537.076

NGUYỄN PHÚ ĐỒNG (Chủ biên)
NGUYỄN THÀNH TƯƠNG - HỒ ĐẮC VINH
PHAN ĐÌNH PHÚC

Bồi dưỡng học sinh giỏi

VẬT LÍ 12

dòng điện xoay chiều & dao động điện từ

tập 2

THƯ VIỆN BÌNH ĐỊNH
PHÒNG MƯỢN
VV 17.685

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LỜI NÓI ĐẦU

"**BỒI DƯỠNG HỌC SINH GIỎI VẬT LÍ TRUNG HỌC PHỔ THÔNG**" là bộ sách dùng cho học sinh khá giỏi, học sinh các lớp chuyên Vật lí, các thầy cô giáo dạy Vật lí ở các trường trung học phổ thông. Bộ sách gồm 7 cuốn:

1. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 10***, **tập I** (*Động học, Động lực học, Tĩnh học*)
2. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 10***, **tập II** (*Các định luật bảo toàn, Nhiệt học*)
3. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 11***, **tập I** (*Điện và Điện từ*)
4. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 11***, **tập II** (*Quang hình*)
5. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 12***, **tập I** (*Dao động và Sóng cơ học*)
6. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 12***, **tập II** (*Dòng điện xoay chiều và Dao động điện từ*)
7. ***Bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí 12***, **tập III** (*Quang lí, Vật lí hạt nhân*)

Về cấu trúc, mỗi cuốn sách đều được chia thành các phần lớn, trong mỗi phần gồm nhiều chuyên đề, mỗi chuyên đề là một nội dung kiến thức trọn vẹn. Mỗi chuyên đề gồm các phần:

A. Tóm tắt kiến thức: Phần này chúng tôi trình bày một cách có hệ thống những kiến thức trọng tâm của chuyên đề từ cơ bản đến nâng cao trong đó chúng tôi chú trọng đào sâu những kiến thức nâng cao để làm cơ sở cho việc giải các bài tập của chuyên đề.

B. Những chú ý khi giải bài tập: Trong phần này chúng tôi nêu lên những chú ý cần thiết về kiến thức và kĩ năng giải bài tập. Đó là những lưu ý quan trọng giúp định hướng và tránh những sai sót khi giải các bài tập của chuyên đề.

C. Các bài tập của chuyên đề: Hệ thống bài tập ở đây khá đa dạng được sắp xếp từ dễ đến khó, từ đơn giản đến phức tạp và được giải khá chi tiết nên rất phù hợp với nhiều đối tượng bạn đọc.

Trong quá trình biên soạn chúng tôi tham khảo rất nhiều nguồn tài liệu trong và ngoài nước, đặc biệt là các bộ sách *Giải toán Vật lí* do thầy Bùi Quang Hân làm chủ biên – Nhà xuất bản Giáo dục 1998, bộ sách *Bài tập và lời giải Vật lí* do GS. Yung Kuo Lim làm chủ biên – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam 2010, bộ sách *Cơ sở Vật lí* do David Halliday làm chủ biên – Nhà xuất bản Giáo dục 2002... để làm phong phú thêm phần kiến thức cũng như phần lời giải các bài tập trong bộ sách.

Với sự góp sức của các thầy cô giáo đã và đang công tác tại các trường chuyên, các thầy cô giáo đã từng tham gia bồi dưỡng học sinh giỏi Vật lí của các tỉnh thành trong cả nước, hi vọng bộ sách sẽ là tài liệu tham khảo thiết thực, bổ ích cho nhiều đối tượng bạn đọc yêu thích bộ môn Vật lí.

Mặc dù đã đầu tư biên soạn khá kĩ lưỡng nhưng những hạn chế, sai sót là điều không thể tránh khỏi. Rất mong nhận được sự đóng góp, chia sẻ của các thầy cô giáo và các em học sinh trên cả nước. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ ngphudong@gmail.com hoặc khang vietbookstore@yahoo.com.vn.

Xin trân trọng giới thiệu bộ sách đến quý thầy cô giáo và các em học sinh!

Chủ biên
ThS. Nguyễn Phú Đồng

Phần thứ nhất

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

Chuyên đề 1:

ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. *Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều*

Cho khung dây dẫn diện tích S có N vòng dây quay đều với vận tốc góc ω tron từ trường đều $\vec{B}$ ($\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung dây).

- Nếu tại thời điểm t = 0, $(\vec{n}, \vec{B}) = 0$: từ thông qua khung dây: $\Phi_0 = NBS$ thì tạ thời điểm t, $(\vec{n}, \vec{B}) = \alpha = \omega t$: từ thông qua khung dây là:

  $\Phi = \Phi_0\cos\omega t = NBS\cos\omega t < \Phi_0$.

- Vì từ thông Φ biến thiên nên theo định luật cảm ứng điện từ của Faraday trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng:

  $e = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = \omega NBS\sin\omega t = E_0\sin\omega t$

  ($E_0 = NBS\omega = \omega\Phi_0$: suất điện động cực đại trong khung dây; Φ_0 : từ thông cực đại qua khung dây).

2. *Biểu thức cường độ dòng điện tức thời và hiệu điện thế tức thời*

- Cường độ dòng điện tức thời: $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ (I_0: cường độ cực đại; φ_i : pha ban đầu của dòng điện).
- Hiệu điện thế (điện áp) tức thời: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)$ (U_0: hiệu điện thế cực đại; φ_u : pha ban đầu của hiệu điện thế).

  $\varphi = (\omega t + \varphi_u) - (\omega t + \varphi_i) = \varphi_u - \varphi_i$: độ lệch pha giữa u và i.

3. *Các giá trị hiệu dụng*

- Cường độ hiệu dụng: $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$.
- Hiệu điện thế hiệu dụng: $U = \dfrac{U_0}{\sqrt{2}}$.
- Suất điện động hiệu dụng: $E = \dfrac{E_0}{\sqrt{2}}$.

4. *Các tác dụng của dòng điện*

- Tác dụng nhiệt: Nhiệt lượng tỏa ra trên đoạn mạch: $Q = RI^2t$.
- Tác dụng hóa: Định luật Faraday: $m = \dfrac{1}{F}.\dfrac{A}{n}.It$

(A, n: nguyên tử lượng và hóa trị của chất thoát ra; F = 96500 C/mol: hằng số Faraday).

- Tác dụng từ.

Chú ý: Số chỉ của các máy đo là giá trị hiệu dụng của các đại lượng cần đo.

B. NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

1. Với các bài toán về ***suất điện động cảm ứng*** cần chú ý:

- Các hệ thức giữa chu kì, tần số, tần số góc của suất điện động:

$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$; $f = n_0$ (n_0: số vòng quay của khung dây trong 1 giây)

- Các hệ thức giữa suất điện động cực đại, từ thông cực đại, cảm ứng từ:

$E_0 = NBS\omega = \omega\Phi_0$

- Biểu thức suất điện động cảm ứng: $e = E_0\sin\omega t$ (chọn t = 0 lúc $(\vec{n}, \vec{B}) = 0$).

2. Với các bài toán về ***các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều*** cần chú ý:

- Biểu thức tính các giá trị hiệu dụng: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$; $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$; $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$.
- Số chỉ trên các máy đo là giá trị hiệu dụng.

3. Với các bài toán về ***các tác dụng của dòng điện*** cần chú ý:

- Tác dụng nhiệt: Dùng công thức định luật Jun-Lenxơ: $Q = RI^2t$; công thức tín nhiệt lượng: $Q = mc\Delta t$ (m: khối lượng của vật, c: nhiệt dung riêng của chất là vật; Δt: độ biến thiên nhiệt độ của vật); định luật bảo toàn năng lượng...
- Tác dụng hóa: Dùng công thức định luật Faraday về sự điện phân: $m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I$

(A, n: nguyên tử lượng và hóa trị của chất thoát ra; F = 96500 C/mol: hằng s Faraday).

- Tác dụng từ: Mỗi chu kì dòng điện đổi chiều hai lần, nam châm điện có dòn điện xoay chiều sẽ "hút" các vật liệu sắt từ hoặc âm thoa hai lần.

C. CÁC BÀI TẬP VỀ ĐẠI CƯƠNG DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1.1. Một khung dây dẫn có N = 100 vòng dây quấn nối tiếp, mỗi vòng có diện tíc $S = 50cm^2$. Khung dây được đặt trong từ trường đều B = 0,5T. Lúc t = 0, vect pháp tuyến của khung dây hợp với $\vec{B}$ góc $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Cho khung dây quay đề quanh trục Δ vuông góc với $\vec{B}$ với tần số 20 vòng/giây. Chứng tỏ rằng tron khung xuất hiện suất điện động cảm ứng e và tìm biểu thức của e theo t.

Bài giải

- Chứng tỏ trong khung xuất hiện suất điện động cảm ứng
  - + Từ thông qua khung dây: $\Phi = NBS\cos\varphi$.

- + Khi khung dây quay đều, φ thay đổi nên $\cos\varphi$ thay đổi $\Rightarrow$ từ thông Φ qua khung dây thay đổi.
- + Theo định luật cảm ứng điện từ, khi Φ thay đổi thì trong khung dây sẽ xuất hiện một suất điện động cảm ứng e.

- Biểu thức của e: Theo định luật cảm ứng điện từ, ta có:

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = \omega NBS\sin(\omega t + \varphi)$$

với: $\omega = 2\pi f = 2\pi.20 = 40\pi$ (rad/s); $S = 50cm^2 = 0{,}005m^2$ nên:

$$e = 40\pi.100.0{,}5.0{,}005.\sin(40\pi t + \frac{\pi}{3}) = 31{,}4\sin(40\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$$

Vậy: Biểu thức của e là $e = 31{,}4\sin(40\pi t + \frac{\pi}{3})$ (V).

1.2. Khung dây gồm N = 250 vòng quay đều trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 2.10^{-2}T$. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung. Diện tích của mỗi vòng dây là $S = 400cm^2$. Biên độ của suất điện động cảm ứng trong khung là $E_0 = 4\pi(V) \approx 12{,}56V$.

Chọn gốc thời gian (t = 0) lúc pháp tuyến của khung song song và cùng chiều với $\vec{B}$.

a) Xác định tần số, chu kì của suất điện động cảm ứng trong khung.

b) Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng e theo t.

c) Xác định giá trị của suất điện động cảm ứng ở các thời điểm $t_1 = \frac{1}{40}s$ và $t_2 = \frac{1}{24}s$

d) Xác định thời điểm suất điện động cảm ứng có giá trị $e = \frac{E_0}{2} = 6{,}28V$.

Bài giải

a) Tần số, chu kì của suất điện động cảm ứng trong khung

Ta có: $E_0 = NBS\omega = NBS.2\pi f$

$$\Rightarrow f = \frac{E_0}{2\pi.NBS} = \frac{12{,}56}{2.3{,}14.250.0{,}02.0{,}04} = 10Hz$$

và $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0{,}1s$; $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{12{,}56}{\sqrt{2}} = 8{,}9V$

Vậy: Tần số, chu kì của suất điện động cảm ứng trong khung là 10Hz, 0,1s và 8,9V.

) Biểu thức của suất điện động cảm ứng e theo t

Ta có: $e = E_0\sin\omega t = 12{,}56\sin 2\pi ft = 12{,}56\sin 2\pi.10t = 12{,}56\sin 20\pi t$ (V).

Vậy: Biểu thức của suất điện động cảm ứng trong khung là: $e = 12{,}56\sin 20\pi t$ (V).

) Giá trị của suất điện động cảm ứng ở các thời điểm $t_1 = \frac{1}{40}s$ và $t_2 = \frac{1}{24}s$

- Tại thời điểm $t_1 = \frac{1}{40}s$: $e_1 = 12{,}56\sin(20\pi.\frac{1}{40}) = 12{,}56V$.
- Tại thời điểm $t_2 = \frac{1}{24}s$: $e_2 = 12{,}56\sin(20\pi.\frac{1}{24}) = 6{,}28V$.

Vậy: Giá trị của suất điện động cảm ứng ở các thời điểm $t_1 = \frac{1}{40}s$ và $t_2 = \frac{1}{24}s$ là 12,56V và 6,28V.

d) Thời điểm suất điện động cảm ứng có giá trị 6,28V

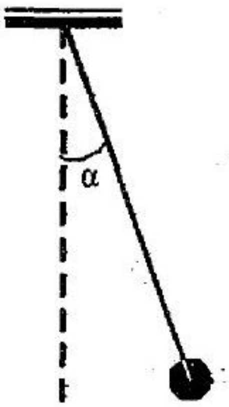
- Tại thời điểm suất điện động cảm ứng có giá trị 6,28V, ta có:

$$12{,}56\sin 20\pi t = 6{,}28 \Leftrightarrow \sin 20\pi t = \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t_1 = \frac{1}{120} + \frac{k}{10} \\ t_2 = \frac{1}{24} + \frac{k}{10} \end{array}\right.$$

Vậy: Thời điểm suất điện động cảm ứng có giá trị 6,28V là

$$t_1 = \frac{1}{120} + \frac{k}{10};\ t_2 = \frac{1}{24} + \frac{k}{10}\ (k = 0, 1, 2, ...).$$

1.3. Một con lắc đơn gồm một dây kim loại nhẹ có đầu trên I cố định, đầu dưới treo quả cầu nhỏ C bằng kim loại. Chiều dài của dây là $l = 1m$.



a) Kéo C ra khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha_0 = 0{,}1rad$ rồi buông cho C dao động tự do. Lập biểu thức tính góc α hợp bởi dây treo và phương thẳng đứng theo thời gian t.

b) Con lắc dao động trong từ trường đều có $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng dao động của con lắc. Cho B = 0,5T, chứng tỏ giữa I và C có một hiệu điện thế u. Lập biểu thức của u theo thời gian t.

Bài giải

a) Biểu thức tính góc α hợp bởi dây treo và phương thẳng đứng theo thời gian t

- Các lực tác dụng vào quả cầu: trọng lực $\vec{P}$, lực căng dây $\vec{T}$.
- Theo định luật II Niu-tơn, ta có: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ (1)
- Chiếu (1) lên chiều (+) đã chọn, ta được: $-P\sin\alpha = ma$

$$\Leftrightarrow -mg.\frac{s}{l} = ma = ms''$$

$$\Leftrightarrow s'' = -\frac{g}{l}s = -\omega^2 s \Rightarrow s = s_0\cos(\omega t + \varphi)\ (\omega^2 = \frac{g}{l} = const)$$

$$\Leftrightarrow \alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi) \qquad (2)$$

(2) gọi là phương trình dao động theo li độ góc của con lắc đơn.

Với $\alpha_0 = 0{,}1$rad; $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} = \sqrt{\dfrac{9{,}8}{1}} \approx \pi$ (rad/s);

chọn t = 0 lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều (+): $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$.

$\Rightarrow \alpha = 0{,}1\cos(\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ rad

Vậy: Biểu thức tính góc α hợp bởi dây treo và phương thẳng đứng theo th gian t là $\alpha = 0{,}1\cos(\pi t + \dfrac{\pi}{2})$ rad.

b) Biểu thức của u theo t

- Khi con lắc dao động trong từ trường đều giống như đoạn dây dẫn chuyển độ trong từ trường, suất điện động cảm ứng trong thanh là: $e = Blv\sin\alpha = B$ $(\sin\alpha = 1)$

  với v là vận tốc trung bình của thanh: $v = \dfrac{1}{2}s' = -\dfrac{1}{2}\alpha_0 l\omega\sin(\omega t + \varphi)$.

  $\Rightarrow v = -\dfrac{1}{2}.0{,}1.1.\pi\sin(\pi t + \dfrac{\pi}{2}) = -0{,}157\sin(\pi t + \dfrac{\pi}{2})$

  $\Rightarrow e = -0{,}5.1.0{,}157\sin(\pi t + \dfrac{\pi}{2}) = 0{,}079\sin(\dfrac{\pi}{2} - \pi t) = 0{,}079\cos\pi t$ (V)

- Vì mạch hở nên giữa hai điểm I và C của thanh có một hiệu điện thế là: $u \approx e = 0{,}079\cos\pi t$ (V)

1.4. Một bóng đèn dây tóc, khi mắc vào nguồn điện không đổi, cường độ dòng điệ qua đèn là 0,5A còn khi mắc đèn vào nguồn điện xoay chiều, cường độ hi dụng của dòng điện qua đèn là 0,5A. Hỏi:

a) Độ sáng của đèn trong hai trường hợp có như nhau không? Giải thích?

b) Khi mắc đèn vào nguồn điện xoay chiều, đèn phải chịu một cường độ dòng điệ cực đại là bao nhiêu?

Bài giải

a) So sánh độ sáng của đèn trong hai trường hợp

Gọi R là điện trở của đèn. Ta có:

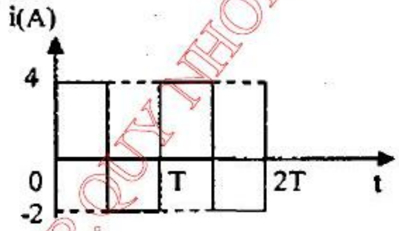
- Khi mắc đèn vào nguồn điện không đổi: $P_1 = RI_1^2$.
- Khi mắc đèn vào nguồn điện xoay chiều: $P_2 = RI_2^2$.

Vì $I_1 = I_2 = 0{,}5$A nên $P_1 = P_2$: độ sáng của đèn trong hai trường hợp là như nhau

b) Cường độ dòng điện cực đại qua đèn khi mắc vào nguồn điện xoay chiều

Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = 0{,}5\sqrt{2} = 0{,}71$A.

Vậy: Cường độ dòng điện cực đại qua đèn khi mắc vào nguồn điện xoay chiều l 0,71A.



1.5. Dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn theo định luật như mô tả trên đồ thị.

a) Tính cường độ trung bình của dòng điện.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện.

Bài giải

a) Cường độ trung bình của dòng điện

Xét trong một chu kì của dòng điện: $t_1 = 0,5T$; $t_2 = 0,5T$, ta có:

$$\overline{i} = \frac{t_1 I_1 + t_2 I_2}{t_1 + t_2} = \frac{0,5T.4 + 0,5T.(-2)}{T} = 1A$$

Vậy: Cường độ trung bình của dòng điện là 1A.

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện

Xét trong một chu kì của dòng điện: $t_1 = 0,5T$; $t_2 = 0,5T$, ta có:

$$\overline{i^2} = \frac{t_1 I_1^2 + t_2 I_2^2}{t_1 + t_2} = \frac{0,5T.4^2 + 0,5T.(-2)^2}{T} = 10A^2 \Rightarrow I = \sqrt{\overline{i^2}} = \sqrt{10} \approx 3,2A$$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện là 3,2A.

1.6. Một dây dẫn có điện trở suất $\rho = 10^{-6}\Omega m$, diện tích tiết diện $S = 0,5mm^2$, chiều dài $l = 10m$.

a) Tính điện trở dây dẫn.

b) Tính nhiệt lượng do dây tỏa ra trong thời gian t = 3,5 phút khi có dòng điện xoay chiều $i = 5\sqrt{2}\cos 314t(A)$ đi qua.

c) Nhiệt lượng này dùng cung cấp cho 1kg nước đang ở 25°C. Tính nhiệt độ sau cùng của khối nước. Biết nhiệt dung riêng của nước là c = 4,2kJ/(kg.độ).

Bài giải

a) Điện trở dây dẫn

Ta có: $R = \rho\frac{l}{S} = 10^{-6}.\frac{10}{0,5.10^{-6}} = 20\Omega$.

Vậy: Điện trở của dây dẫn là 20Ω.

b) Nhiệt lượng do dây tỏa ra trong thời gian t = 3,5 phút

Ta có: $Q = RI^2t = 20.5^2.3,5.60 = 105000J = 105kJ$.

Vậy: Nhiệt lượng do dây tỏa ra trong thời gian t = 3,5 phút là 105kJ.

c) Nhiệt độ sau cùng của khối nước

- Nhiệt lượng do khối nước thu vào: $Q' = mc\Delta t^o$.
- Theo phương trình cân bằng nhiệt, ta có: $Q' = Q$.

$$\Leftrightarrow mc\Delta t = Q \Rightarrow \Delta t^o = \frac{Q}{mc} = \frac{105}{1.4,2} = 25^oC \Rightarrow t_2 = t_1 + \Delta t^o = 25 + 25 = 50^oC$$

Vậy: Nhiệt độ sau cùng của khối nước là 50°C.

1.7. Cho dòng điện xoay chiều qua điện trở R = 300Ω. R nhúng vào 1 lít nước ở 20^0C đựng trong một nhiệt lượng kế. Đương lượng bằng nước của vỏ nhiệt lượng kế là 500g. Sau 7 phút, nhiệt độ của nước là 25^0C. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện.

Bài giải

Ta biết: 1 lít nước có khối lượng là 1kg.

- Nhiệt lượng do điện trở tỏa ra là: $Q = RI^2t$.
- Nhiệt lượng do nhiệt lượng kế (vỏ và nước) thu vào là: $Q' = mc\Delta t^o$ (m = 1,5kg).
- Theo phương trình cận bằng nhiệt, ta có: $Q' = Q \Leftrightarrow RI^2t = mc\Delta t^o$

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{mc\Delta t^o}{Rt}} = \sqrt{\frac{1{,}5.4{,}2.10^3(25-20)}{300.7.60}} = 0{,}5A$$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện là 0,5A.

1.8. Dây điện trở (120V – 600W) nhúng vào trong 1 lít nước có nhiệt độ ban đầu 20^0C. Hai đầu dây nối với nguồn điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng 120V. Tính điện trở dây và thời gian nước sôi. Bỏ qua sự tỏa nhiệt cho môi trường. Nhiệt dung riêng của nước là c = 4,2kJ/(kg.độ).

Bài giải

- Điện trở của dây là: $R = \frac{U^2}{P} = \frac{120^2}{600} = 24\Omega$.
- Nhiệt lượng do điện trở tỏa ra là: $Q = RI^2t = \frac{U^2}{R}t$.
- Nhiệt lượng do nước thu vào là: $Q' = mc\Delta t^o$.
- Theo phương trình cân bằng nhiệt, ta có: $Q' = Q$.

$$\Leftrightarrow mc\Delta t^o = \frac{U^2}{R}t \Rightarrow t = \frac{Rmc\Delta t^o}{U^2} = \frac{24.1.4{,}2.10^3.(100-20)}{120^2} = 560s$$

Vậy: Điện trở dây là 24Ω và thời gian nước sôi là 560s.

1.9. Một bếp điện được nối vào nguồn điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng U = 100V, đun sôi 1 lít nước sau thời gian 14 phút. Biết nhiệt dung riêng của nước c = 4,2kJ/(kg.độ), hiệu suất của bếp là 75%, nhiệt độ ban đầu của nước là 25^0C. Tính điện trở của dây bếp điện và cường độ hiệu dụng của dòng điện.

Bài giải

- Nhiệt lượng do bếp điện tỏa ra là: $Q = RI^2t = \frac{U^2}{R}t$
- Nhiệt lượng do nước thu vào là: $Q' = mc\Delta t^o$.
- Theo đề, ta có: $Q' = HQ \Leftrightarrow mc\Delta t^o = H\frac{U^2}{R}t$.

$$\Rightarrow R = H\frac{U^2}{mc\Delta t^o}t = 0{,}75.\frac{100^2}{1.4{,}2.10^3.(100-25)}.14.60 = 20\Omega$$

và $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{20} = 5A$.

Vậy: Điện trở của dây bếp điện là 20Ω và cường độ hiệu dụng của dòng điện là 5A

1.10. Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số f = 50Hz đi qua. Dùng nar châm điện để kích thích một âm thoa mà ở đầu một nhánh có gắn một mẩu dâ thép nhỏ được uốn thành hình chữ U, hai đầu chữ U chạm nhẹ vào mặt nước các nhau 4,8cm. Ta quan sát thấy sóng dừng trên mặt nước. Biết vận tốc truyền són trên mặt nước là 80cm/s. Tính số gợn sóng trên mặt nước quan sát được.

Bài giải

- Trong một chu kì của dòng điện, âm thoa bị hút 2 lần. Do đó tần số của són truyền trên âm thoa và mặt nước là: f' = 2f = 2.50 = 100Hz.

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f'} = \frac{80}{100} = 0{,}8cm$.

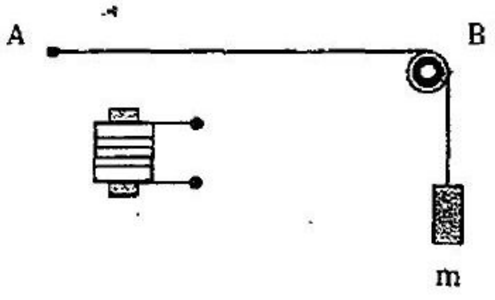
- Các điểm thuộc gợn sóng trên mặt nước thỏa: $0 < |k\lambda| < d$.

$$\Leftrightarrow 0 < |k| < \frac{d}{\lambda} \Leftrightarrow 0 < |k| < \frac{4{,}8}{0{,}8} = 6 \Leftrightarrow -6 < k < 6$$

$\Rightarrow$ có 11 giá trị của k thỏa mãn.

Vậy: Có tất cả 11 gợn sóng trên mặt nước quan sát được.

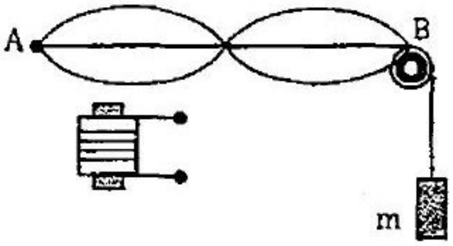
1.11. Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số f = 50Hz đi qua. Nam châm điện được đặt phía trên một sợi dây thép căng ngang, đầu A của dây cố định, đầu kia vắt qua ròng rọc B và treo một vật nặng khối lượng m = 400g; AB = 50cm. Ta thấy có sóng dừng trên dây với 2 bó sóng.



a) Tính vận tốc truyền sóng trên dây.

b) Biết vận tốc truyền sóng tỉ lệ với căn bậc hai của lực căng dây. Tính m để có 4 bó sóng trên dây.

Bài giải



a) Vận tốc truyền sóng trên dây

- Trên dây AB có sóng dừng nên: $AB = k.\frac{\lambda}{2}$.

- Trên dây AB có 2 bó sóng nên k = 2, do đó:

$AB = 2.\frac{\lambda}{2} = \lambda \Rightarrow \lambda = 50cm$

- Trong một chu kì của dòng điện, dây thép bị hút 2 lần nên tần số của s truyền trên dây thép là: $f' = 2f = 2.50 = 100Hz$.
- Vận tốc truyền sóng trên dây: $v = \lambda f' = 50.100 = 5000$ cm/s = 50m/s.

  Vậy: Vận tốc truyền sóng trên dây là 50m/s.

b) Khối lượng của vật để trên dây có 4 bó sóng

- Theo đề, ta có: $v \sim \sqrt{T} \sim \sqrt{P} \sim \sqrt{mg}$.
- Mặt khác: $AB = k.\frac{\lambda}{2} = k.\frac{v}{2f}$.

  Vì AB = const, f = const nên suy ra: $k \sim \frac{1}{v} \sim \frac{1}{\sqrt{mg}} \sim \frac{1}{\sqrt{m}}$. Từ đó, để k tă

  lần (từ 2 bó đến 4 bó sóng) thì m phải giảm 4 lần: $m' = \frac{m}{4} = \frac{400}{4} = 100g$.

  Vậy: Để trên dây có 4 bó sóng thì khối lượng của vật phải là 100g.

1.12. Dòng điện xoay chiều chạy qua một bình điện phân chứa dung dịch H với các điện cực bạch kim. Biết cường độ hiệu dụng qua bình điện phâ I = 1A. Tính thể tích khí tạo nên ở mỗi cực trong thời gian 5 phút (ở điều chuẩn). Cho f = 50Hz.

Bài giải

- Xét trong một chu kì của dòng điện, ta có:
  - + Khối lượng khí hidro thoát ra ở điện cực trong nửa chu kì đầu: $m_1 = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}$
  - + Thể tích khí hidro tương ứng là: $v_1 = \frac{m_1}{2A_1}.V_0 = \frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_1}q$.
  - + Khối lượng khí oxi thoát ra ở điện cực trong nửa chu kì đầu: $m_2 = \frac{1}{F}.\frac{A_2}{n_2}$
  - + Thể tích khí oxi tương ứng là: $v_2 = \frac{m_2}{2A_2}.V_0 = \frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_2}q$.
- Xét trong thời gian t ứng với $N = \frac{t}{T}$ chu kì:
  - + Thể tích khí hidro thoát ra là: $V_1 = Nv_1 = \frac{t}{T}.\frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_1}q = tf.\frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_1}q$.
  - + Thể tích khí oxi thoát ra là: $V_2 = Nv_2 = \frac{t}{T}.\frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_2}q = tf.\frac{1}{F}.\frac{V_0}{2n_2}q$.
- Với:
  - + $F = 96500$; $V_0 = 22{,}4l$; $n_1 = 1$; $A_1 = 1$; $n_2 = 2$; $A_2 = 16$.
  - + Điện lượng qua bình điện phân trong nửa chu kì đầu là:

$$q = \int_0^{T/2} dq = \int_0^{T/2} idt = \int_0^{T/2} I_0\sin\omega t dt = \int_0^{T/2} I_0\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)dt$$

$$\Rightarrow q = -\frac{I_0T}{2\pi}.\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\Bigg|_0^{\frac{\pi}{2}} = -\frac{I_0T}{2\pi}.[\cos\left(\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{2}\right) - \cos\left(\frac{2\pi}{T}.0\right)]$$

$$= -\frac{I_0T}{2\pi}.[\cos\pi - \cos 0] \Rightarrow q = \frac{I_0T}{\pi} = \frac{I\sqrt{2}}{\pi f} = \frac{\sqrt{2}}{3,14.50} = 0,009C$$

Suy ra: $V_1 = 5.60.50.\frac{1}{96500}.\frac{22,4}{2.1}.0,009 = 0,0157l = 15,7cm^3$.

$V_2 = 5.60.50.\frac{1}{96500}.\frac{22,4}{2.2}.0,009 = 0,00783l = 7,83cm^3$.

- Thể tích hỗn hợp hai khí thoát ra ở mỗi điện cực trong 5 phút là:

  $V = V_1 + V_2 = 15,7 + 7,83 = 25,53cm^3$

  Vậy: Thể tích khí tạo nên ở mỗi điện cực trong 5 phút là $25,53cm^3$.

1.13. Một bóng đèn ống được mắc vào nguồn điện xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\sin100\pi t(V)$. Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế giữa 2 cực của đèn đạt giá trị $|u| \geq 84V$.

a) Tính thời gian đèn sáng trong 1 giây.

b) Biết cường độ tức thời qua đèn là $i = 0,2\sqrt{2}\sin100\pi t(A)$. Tính công suất trung bình của đèn.

Bài giải

a) Thời gian đèn sáng trong 1 giây

- Thời gian đèn sáng trong nửa chu kì đầu thỏa: $u \geq 84V$.

$$\Leftrightarrow 120\sqrt{2}\sin100\pi t \geq 84 \Leftrightarrow \sin100\pi t \geq \frac{84}{120\sqrt{2}} = 0,5$$

$$\Leftrightarrow \frac{\pi}{6} \leq 100\pi t \leq \frac{5\pi}{6} \Leftrightarrow \frac{1}{600} \leq t \leq \frac{5}{600} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{600} - \frac{1}{600} = \frac{4}{600}s$$

- Thời gian đèn sáng trong một chu kì: $\Delta t_T = 2.\frac{4}{600} = \frac{1}{75}s$.

- Thời gian đèn sáng trong 1s (f = 50 chu kì): $t^* = 50\Delta t_T = \frac{50}{75} = \frac{2}{3}s$.

  Vậy: Thời gian đèn sáng trong 1 giây là $\frac{2}{3}s$.

b) Công suất trung bình của đèn

Ta có: $\overline{P} = \int_0^T \overline{u}\,\overline{i}dt = \int_0^T (120\sqrt{2}.\overline{\sin100\pi t})(0,2\sqrt{2}.\overline{\sin100\pi t})dt$

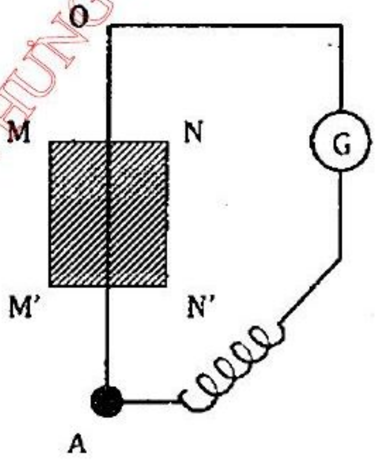
$$\Leftrightarrow \overline{P} = \int_0^T \overline{48.\sin^2 100\pi t dt} = \int_0^T 48[\frac{1-\overline{\cos 200\pi t}}{2}]dt = 24W$$

Vậy: Công suất trung bình của đèn là $\overline{P} = 24W$.

1.14. Một con lắc đơn OA = l = 25cm dao động trong một mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với một từ trường đều, nằm ngang với B = 0,5T. Từ trường được giới hạn trong mặt phẳng dao động bởi hình vuông MNN'M' cạnh 10cm (MN nằm ngang). Biên độ góc của con lắc là 0,1rad.

a) Tính chu kì dao động của con lắc. Thiết lập phương trình của li độ góc.

b) Điểm treo O của con lắc cách cạnh MN 10cm được nối bằng dây dẫn với điện kế G và với vật nặng A của con lắc. Dây dẫn nhẹ, mềm không cản trở dao động của con lắc. Ta được một mạch kín có điện trở R = 3Ω.



- Hãy chứng tỏ khi con lắc dao động, trong mạch có một suất điện động cảm ứng. Trình bày trên hình vẽ chiều của dòng điện cảm ứng với chiều của từ trường và chiều chuyển động cho trước.
- Lập biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời và cường độ tức thời của dòng điện cảm ứng. (Coi mạch điện chỉ gồm điện trở R).

c) Vật nặng có khối lượng m = 40g. Chứng tỏ rằng mặc dù ma sát và lực cản có thể bỏ qua nhưng cơ năng của dao động giảm dần.
Tính độ giảm tương đối của biên độ sau 1 chu kì.

Bài giải

a) Tính chu kì dao động của con lắc. Thiết lập phương trình của li độ góc

- Chu kì dao động của con lắc: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{\pi^2}} = 1s$.

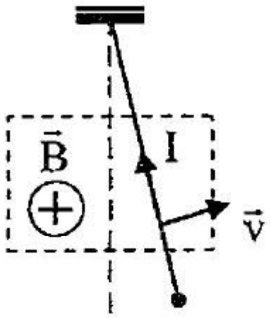
- Phương trình li độ góc: $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t+\varphi)$.

với: $\alpha_0 = 0,1rad$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi(rad/s)$.

$t = 0$; $\alpha = 0 \Leftrightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}rad$ (gốc thời gian lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều +) $\Rightarrow \alpha = 0,1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})(rad)$

Vậy: Chu kì dao động của con lắc là T = 1s; phương trình dao động của con lắc là $\alpha = 0,1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})(rad)$.

b) Chứng tỏ khi con lắc dao động, trong mạch có một suất điện động cảm ứng



+ Khi con lắc dao động, phần dây trong từ trường cắt vuông góc với các đường sức từ nên sinh ra trong dây OA một suất điện động cảm ứng.
+ Vì mạch kín nên trong mạch sẽ có một dòng điện cảm ứng có chiều tuân theo quy tắc "*Bàn tay trái*" (hình vẽ).

- Lập biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời và cường độ tức thời của dòng điện cảm ứng

+ Diện tích phần dây trong từ trường quét được sau thời gian t là:

$$S = \frac{a}{2}.(II' + HH') = \frac{a}{2}.(OI + OH).\tan\alpha = \frac{0,1}{2}.(0,1 + 0,2).\alpha = 0,015\alpha \ (m^2)$$

$$\Rightarrow S = 0,015.\ 0,1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) = 1,5.10^{-3}\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \ (m^2)$$

+ Từ thông qua mạch kín biến thiên một lượng là:

$$\Phi = BS = 0,5.1,5.10^{-3}\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) = 0,75.10^{-3}\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \ (Wb)$$

+ Suất điện động trong mạch là: $e_c = -\Phi' = 0,75.10^{-3}.2\pi\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2})$.

$$\Rightarrow e_c = 4,7.10^{-3}\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \ (V)$$

+ Cường độ dòng điện trong mạch là:

$$i = \frac{e_c}{R} = \frac{4,7.10^{-3}}{30}\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}) = 1,57\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \ (A).$$

Vậy: Biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời và cường độ tức thời của dòng điện cảm ứng là $e_c = 4,7.10^{-3}\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V) và $i = 1,57\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ (A).

c) Chứng tỏ cơ năng của dao động giảm dần và tính độ giảm tương đối của biên độ

- Dây OA có dòng điện chuyển động trong từ trường nên có lực từ tác dụng lên dây OA chống lại chuyển động của dây. Lực từ có vai trò như lực ma sát nên làm cho cơ năng của dao động giảm dần.
- Độ giảm tương đối của biên độ trong sau một chu kì là $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = 1 - \sqrt{\frac{W'}{W}}$.

với: $W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}.4,10^{-2}.10.25.10^{-2}.0,1^2 = 5.10^{-4}$J.

$$\Delta W = RI^2T = R\frac{I_0^2}{2}.T = 30.\frac{(1,57.10^{-3})^2}{2}.1 = 37.10^{-6}J \approx 0,36.10^{-4}J$$

(Độ giảm của cơ năng là do nhiệt lượng tỏa ra trên mạch $Q = RI^2T$).

$\Rightarrow W' = W - \Delta W = 5.10^{-4} - 0,36.10^{-4} = 4,64.10^{-4}J$

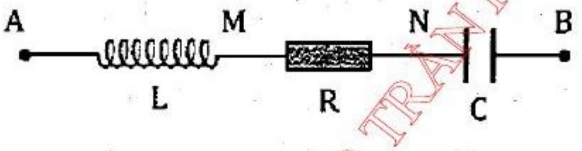
$$\Rightarrow \frac{\Delta\alpha}{\alpha} = 1 - \sqrt{\frac{4,64.10^{-4}}{5.10^{-4}}} = 1 - 0,96 = 0,04 = 4\%.$$

Vậy: Độ giảm tương đối của biên độ trong sau một chu kì là $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = 4\%$.

Chuyên đề 2:

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC



1. ***Định luật Ôm:*** $I = \frac{U}{Z}$, hay $I_0 = \frac{U_0}{Z}$.

2. ***Tổng trở:*** $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

   ($Z_L = \omega L$: cảm kháng; $Z_C = \frac{1}{\omega C}$: dung kháng)

3. ***Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện (u và i):***

   $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$ => $\varphi = \arctan\frac{Z_L - Z_C}{R}$

   với: $Z_L > Z_C$: đoạn mạch có tính cảm kháng: $\varphi > 0$: u sớm pha hơn i.

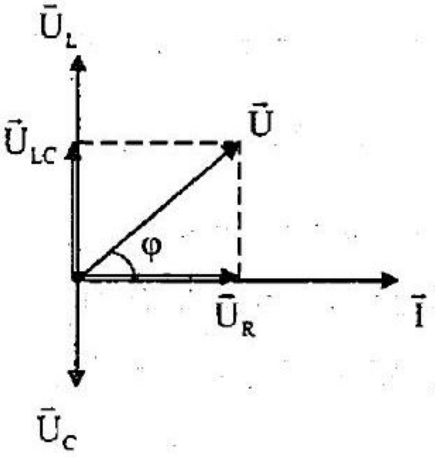
   $Z_L < Z_C$: đoạn mạch có tính dung kháng: $\varphi < 0$: u trễ pha hơn i.

   $Z_L = Z_C$: $\varphi = 0$: u cùng pha với i.

4. ***Cộng hưởng điện:*** Khi $I = I_{max}$ ta nói trong mạch có cộng hưởng điện (cộng hưởng dòng điện). Lúc đó:

   $Z = Z_{min} = R$; $I = I_{max} = \frac{U}{R}$; $\varphi = 0$;

   $\omega^2 = \frac{1}{LC}$; $U_R = U$; $U_L = U_C$



5. ***Giản đồ vectơ:***

   Từ $u = u_R + u_L + u_C \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$.

   Chú ý: Từ giản đồ vectơ, ta có:

   $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

   hay $U_0^2 = U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2$.

6. *Công suất của dòng điện xoay chiều – Hệ số công suất*

- Công suất: $P = UI\cos\varphi$.
- Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$.
- Điện năng tiêu thụ: $A = Pt$.

  Chú ý: + Đoạn mạch chỉ tỏa nhiệt: $P = RI^2$.

  + A có thể đo bằng J hoặc kWh, với 1kWh = 3600000J = 3600kJ.

7. *Chú ý*

- Nếu đoạn mạch thiếu phần tử nào thì khi tính toán hoặc vẽ hình ta bỏ qua s hạng tương ứng với phần tử đó trong công thức hoặc trên hình vẽ.
- Nếu trên đoạn mạch có nhiều phần tử giống nhau mắc nối tiếp thì: $R = R_1 + R_2 + ...$; $Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} + ...$; $Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} + ...$
- Nếu cuộn dây không thuần cảm (có điện trở thuần) thì ta coi cuộn dây tươ đương với đoạn mạch gồm cuộn dây thuần cảm L và điện trở thuần r mắc n tiếp và $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$.

B. NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

1. Với các bài toán về ***cường độ, hiệu điện thế hiệu dụng, tổng trở của đoạ mạch*** cần chú ý:

- Công thức định luật Ôm, tính chất của đoạn mạch nối tiếp:

$$I = \frac{U}{Z} \text{ hay } I_0 = \frac{U_0}{Z} \quad (I_0 = I\sqrt{2};\ U_0 = U\sqrt{2};\ Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2})$$

$I_R = I_L = I_C = I$ hay $I_{0R} = I_{0L} = I_{0C} = I_0$.

$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$ hay $U_0^2 = U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2$.

$U_R = IR$; $U_L = IZ_L$; $U_C = IZ_C$; $U_{0R} = I_0R$; $U_{0L} = I_0Z_L$; $U_{0C} = I_0Z_C$.

- Công thức tính tổng trở của đoạn mạch, công thức tính tổng trở tượng đươ của đoạn mạch gồm nhiều phần tử giống nhau mắc nối tiếp:

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z - Z_C)^2} \quad (Z_L = \omega L = 2\pi fL;\ Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC})$$

$R = R_1 + R_2 + ...$

$Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} + ... \Rightarrow L = L_1 + L_2 + ...$

$$Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} + ... \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ...$$

- Các vấn đề liên quan đến khóa K:
  - + Khi khóa K đóng: dòng điện chạy qua đoạn mạch nối tiếp với khóa và khô chạy qua đoạn mạch song song với khóa.
  - + Khi khóa K mở: dòng điện không chạy qua đoạn mạch nối tiếp với khóa v chạy qua đoạn mạch song song với khóa.

2. Với các bài toán về ***lập biểu thức dòng điện, hiệu điện thế tức thời*** cần chú ý:

- Nếu cho biểu thức của u, lập biểu thức của i thì:
  - + Xác định: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z}$.
  - + Xác định: fa(i) = fa(u) − φ, với $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}$.
  - + Biểu thức: $i = I_0\cos(fa(i))$.
- Nếu cho biểu thức của i, lập biểu thức của u thì:
  - + Xác định: $U_0 = I_0Z$.
  - + Xác định: fa(u) = fa(i) + φ, với $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}$.
  - + Biểu thức: $u = U_0\cos(fa(u))$.
- Nếu cho biểu thức của u_1 (đoạn mạch 1), lập biểu thức u_2 (đoạn mạch 2) thì:
  - + Từ biểu thức của u_1, lập biểu thức của $i = i_1$.
  - + Từ biểu thức của i, lập biểu thức của u_2.

3. Với các bài toán về ***độ lệch pha giữa các giá trị tức thời trong đoạn mạch*** cần chú ý:

- Công thức tính độ lệch pha giữa u và i: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{U_L - U_C}{U_R} = \dfrac{U_{0L} - U_{0C}}{U_{0R}}$.
- Các trường hợp đặc biệt:
  - + **u, i cùng pha:** $\varphi = 0 : Z_L = Z_C; U_L = U_C; U_{0L} = U_{0C}$.
  - + **u, i vuông pha:** $\varphi = \pm\dfrac{\pi}{2} : R = 0; U_R = 0; U_{0R} = 0$.
  - + **Với hai đoạn mạch nối tiếp (1) và (2):**

THƯ VIỆN BÌNH ĐỊNH
PHÒNG MƯỢN
VV 17.685

- **u_1, u_2 cùng pha:** $\varphi_1 = \varphi_2 \Leftrightarrow \tan\varphi_1 = \tan\varphi_2 \Leftrightarrow \dfrac{L_1C_1\omega^2 - 1}{R_1C_1} = \dfrac{L_2C_2\omega^2 - 1}{R_2C_2}$.
- **u_1, u_2 vuông pha:**

$$\varphi_1 = \varphi_2 \pm \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \tan\varphi_1 = -\frac{1}{\tan\varphi_2} \Leftrightarrow \frac{L_1C_1\omega^2 - 1}{R_1C_1\omega} = -\frac{R_2C_2\omega}{L_2C_2\omega^2 - 1}.$$

4. Với các bài toán về ***công suất tiêu thụ của đoạn mạch*** cần chú ý:

- Các công thức tính công suất:
  $P = UI\cos\varphi = RI^2$ (R là điện trở thuần tương đương của đoạn mạch).
- Các công thức tính hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI} = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{U_R}{U}$.
- Các công thức liên quan như: công thức định luật Jun-Lenxơ ($Q = RI^2{}_Zt$), công thức tính nhiệt lượng ($Q = mc\Delta t$), công thức tính công ($A = Pt$), định luật bảo toàn năng lượng...; đơn vị của các đại lượng trong các hệ khác nhau...

5. Với các bài toán về ***sự cộng hưởng điện, giá trị cực trị của các đại lượn*** ***điện*** cần chú ý:

- Điều kiện và các hệ quả của sự cộng hưởng điện:
  Khi có cộng hưởng điện: $I = I_{max}$.
  + Điều kiện: $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ hay $Z_L = Z_C$.
  + Hệ quả: $Z = Z_{min} = R; I = I_{max} = \dfrac{U}{R}$; $\varphi = 0$; $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$; $U_R = U$; $U_L = U_C$.

    $\cos\varphi = (\cos\varphi)_{max} = 1$; $P = P_{max} = UI_{max} = RI^2_{max} = \dfrac{U^2}{R}$.
- Về *cực trị của cường độ dòng điện hiệu dụng*: Ta có: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$.
  + Nếu chỉ có L hoặc C hoặc ω thay đổi còn các đại lượng khác không đổi t
    $I = I_{max}$ khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ (cộng hưởng). Lúc đó: $I = I_{max} = \dfrac{U}{R}$.
  + Nếu chỉ có R thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $I = I_{max}$ khi $R =$
    Lúc đó: $I = I_{max} = \dfrac{U}{|Z_L - Z_C|}$.
- Về *cực trị của công suất*: Ta có: $P = RI^2 = R.\dfrac{U^2}{R^2+(Z_L-Z_C)^2}$.
  + Nếu chỉ có L hoặc C hoặc ω thay đổi còn các đại lượng khác không đổi t
    $P = P_{max}$ khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ (cộng hưởng). Lúc đó: $P = P_{max} = \dfrac{U^2}{R}$.
  + Nếu chỉ có R thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $P = P_{max}$ k
    $R = |Z_L - Z_C|$. Lúc đó: $P = P_{max} = \dfrac{U^2}{2R}$.
- Về *cực trị của hiệu điện thế hiệu dụng*: Ta xét 3 trường hợp sau:
  + **Cực trị của U_R:**
    Ta có: $U_R = RI = \dfrac{RU}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$.
    - Nếu chỉ có L hoặc C hoặc ω thay đổi còn các đại lượng khác không đổi t
      $U_R = U_{Rmax}$ khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega^2 = \dfrac{1}{LC}$ (cộng hưởng). Lúc đó: $U = U_{Rmax} = U$.
    - Nếu chỉ có R thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì khi R tăng, U_R
      tăng: $R \to \infty$ thì $U_R \to U$.

- **Cực trị của U_C:** Ta có: $U_C = Z_CI = \dfrac{Z_CU}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$.

- Nếu chỉ có R thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_C = U_{Cmax}$ k

  $R = 0$ và $U_{Cmax} = \dfrac{Z_CU}{|Z_L-Z_C|}$.

- Nếu chỉ có L thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_C = U_{Cmax}$ k

  $Z_L = Z_C$ và $U_{Cmax} = \dfrac{Z_CU}{R}$.

- Nếu chỉ có C thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì từ

  $$U_C = \frac{Z_CU}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

  Ta có: $U_C = \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{Z_C^2}}} = \dfrac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_C^2}-2.\dfrac{Z_L}{Z_C}+1}}$

  Đặt $x = \dfrac{1}{Z_C}$, biểu thức trong dấu căn được viết lại như sau:

  $y = (R^2+Z_L^2)x^2 - 2Z_Lx + 1$.

  Vì $a = (R^2+Z_L^2) > 0$ nên $y = y_{min} \Leftrightarrow x = x_0 = -\dfrac{b}{2a} = \dfrac{Z_L}{R^2+Z_L^2}$.

  $\Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_{C_0}} = \dfrac{Z_L}{R^2+Z_L^2} \Rightarrow C_0 = \dfrac{L}{R^2+\omega^2L^2}$.

  và $y = y_{min} = -\dfrac{\Delta}{4a} = -\dfrac{4Z_L^2-4(R^2+Z_L^2)}{4(R^2+Z_L^2)} = \dfrac{R^2}{R^2+Z_L^2} \Rightarrow U_{Cmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R}$

- Nếu chỉ có ω thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì từ

  $U_C = \dfrac{Z_CU}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}$, ta có:

  $$U_C = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{R^2+(Z_L-Z_C)^2}{Z_C^2}}} = \frac{U}{C\sqrt{L^2\omega^4+\left(R^2-2.\dfrac{L}{C}\right)\omega^2+\dfrac{1}{C^2}}}$$

  Đặt $x = \omega^2$ thì biểu thức trong dấu căn được viết lại như sau:

  $y = L^2x^2 + \left(R^2-2.\dfrac{L}{C}\right)x + \dfrac{1}{C^2}$.

Vì $a = L^2 > 0$ nên $y = y_{min} \Leftrightarrow x = x_0 = -\dfrac{b}{2a} = -\dfrac{R^2 - 2.\dfrac{L}{C}}{2L^2} = \dfrac{1}{L}\left(\dfrac{1}{C} - \dfrac{R^2}{2L}\right)$.

$$\Leftrightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{L}\left(\frac{1}{C} - \frac{R^2}{2L}\right) \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C} - \frac{R^2}{2L}\right)}.$$

và $y = y_{min} = -\dfrac{\Delta}{4a} = \dfrac{R^2}{L}.\left(\dfrac{1}{C} - \dfrac{R^2}{2L}\right) = R^2\omega_0^2$

$\Rightarrow U_{Cmax} = \dfrac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$, điều kiện: $\dfrac{L}{C} > \dfrac{R^2}{2}$.

+ **Cực trị của U_L:**

Ta có: $U_L = Z_L I = \dfrac{Z_L U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$.

Khảo sát tương tự như đối với U_C ta được:

- Nếu chỉ có R thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_L = U_{Lmax}$ kh

  $R = 0$ và $U_{Lmax} = \dfrac{Z_L U}{|Z_L - Z_C|}$.
- Nếu chỉ có C thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_L = U_{Lmax}$ kh

  $Z_L = Z_C$ và $U_{Lmax} = \dfrac{Z_L U}{R}$.
- Nếu chỉ có L thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_L = U_{Lmax}$ kh

  $L_0 = CR^2 + \dfrac{1}{C\omega^2}$ và $U_{Lmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$.
- Nếu chỉ có ω thay đổi còn các đại lượng khác không đổi thì $U_L = U_{Lmax}$ kh

  $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{2}{2LC - R^2C^2}}$ và $U_{Lmax} = \dfrac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$, điều kiện: $\dfrac{L}{C} > \dfrac{R^2}{2}$.

* **Chú ý:** Ngoài việc khảo sát cực trị bằng cách dựa vào tính chất của phân thứ đại số như trên ta có thể dùng các cách sau:

- Dùng bất đẳng thức Côsi.
- Dùng tính chất đạo hàm của hàm số.
- Dùng tính chất của các hàm lượng giác bằng cách khảo sát trên giản đồ vectơ.

Chúng ta sẽ khảo sát cực trị bằng các cách trên qua các bài toán trong phầ "*Các bài tập về mạch điện xoay chiều không phân nhánh*" sau đây.

C. CÁC BÀI TẬP VỀ MẠCH ĐIỆN KHÔNG PHÂN NHÁNH

2.1. Cho dòng điện xoay chiều tần số 50Hz chạy qua một đoạn mạch gồm điện trở thuần R = 10,0Ω và một cuộn dây mắc nối tiếp. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch lần lượt đo được 2,39V, 4,5V và 6,5V:

a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở hoạt động.

b) Tính điện trở và độ tự cảm của cuộn dây.

Bài giải

a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở hoạt động

Ta có: $U_R = 2{,}39V$; $U_d = 4{,}5V$; $U = 6{,}5V$.

Vì $U^2 \neq U_R^2 + U_d^2$ nên cuộn dây có điện trở hoạt động.

b) Điện trở và độ tự cảm của cuộn dây

Gọi r là điện trở thuần của cuộn dây. Ta có:

- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch: $I = I_R = \dfrac{U_R}{R} = \dfrac{2{,}39}{10} = 0{,}239A$.
- Hệ thức giữa các hiệu điện thế hiệu dụng: $U^2 = (U_R + U_r)^2 + U_L^2$.

$$\Rightarrow U^2 = U_R^2 + 2U_RU_r + U_r^2 + U_L^2 = U_R^2 + 2U_RU_r + (U_r^2 + U_L^2)$$

$$\Leftrightarrow U^2 = U_R^2 + 2U_RU_r + U_d^2 \Rightarrow U_r = \frac{U^2 - U_R^2 - U_d^2}{2U_R} = \frac{6{,}5^2 - 2{,}39^2 - 4{,}5}{2.2{,}39} = 3{,}41.$$

- Điện trở thuần của cuộn dây: $r = \dfrac{U_r}{I} = \dfrac{3{,}41}{0{,}239} \approx 14{,}3\Omega$.

và $U_L = \sqrt{U_d^2 - U_r^2} = \sqrt{4{,}5^2 - 3{,}41^2} = 2{,}93V \Rightarrow Z_L = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{2{,}93}{0{,}239} = 12{,}3\Omega$.

- Độ tự cảm của cuộn dây: $L = \dfrac{Z_L}{100\pi} = \dfrac{12{,}3}{100.3{,}14} = 0{,}039H$.

Vậy: Điện trở và độ tự cảm của cuộn dây là 14,3 Ω và 0,039H.

2.2. Điện trở R và tụ điện có điện dung C được mắc nối tiếp dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V, tần số 50Hz.

Cường độ hiệu dụng qua mạch là 2,4A. Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở là 96V.

a) Tính điện trở R và tổng trở của đoạn mạch.

b) Tính điện dung của tụ điện và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện.

Bài giải

a) Điện trở R và tổng trở của đoạn mạch

Ta có: $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{9{,}6}{2{,}4} = 40\,\Omega$; $Z = \dfrac{U}{I} = \dfrac{120}{2{,}4} = 50\,\Omega$.

Vậy: Điện trở R và tổng trở của đoạn mạch là 40 Ω và 50 Ω.

b) Điện dung của tụ điện và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện

- Dung kháng của mạch là: $Z_C = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\Omega$.

  $\Rightarrow C = \dfrac{1}{Z_C.100\pi} = \dfrac{1}{30.100\pi} = \dfrac{1}{3000\pi}$ F

- Hiệu điện thế hiệu dụng hai bản tụ điện là: $U_C = IZ_C = 2{,}4.30 = 72$V.

  Vậy: Điện dung của tụ điện và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ điện là $\dfrac{1}{3000\pi}$ F và 72V.

2.3. Đoạn mạch xoay chiều gồm cuộn cảm có điện trở hoạt động không đáng kể, cảm kháng $Z_L = 70\Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có dung kháng $Z_C = 50\Omega$.

Dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 5\dfrac{L_1}{3}\cos100\pi t$(A).

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu đoạn mạch.

b) Tính độ tự cảm L của cuộn dây.

Bài giải

a) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu đoạn mạch

Ta có: $I = 5A \Rightarrow U_L = IZ_L = 5.70 = 350V$; $U_C = IZ_C = 5.50 = 250V$.

$U = |U_L - U_C| = |350 - 250| = 100V$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu đoạn mạch là 350V và 100V.

b) Độ tự cảm L của cuộn dây

Ta có: $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{70}{100\pi} = \dfrac{0{,}7}{\pi}$ H

Vậy: Độ tự cảm L của cuộn dây là $\dfrac{0{,}7}{\pi}$ H.

2.4. Đoạn mạch gồm điện trở $R = 132\Omega$, cuộn dây thuần cảm có $L = 0{,}734H \approx \dfrac{6\pi}{25}$ H và tụ điện có điện dung $15{,}9\mu F$ mắc nối tiếp.

Đoạn mạch được đặt vào hiệu điện thế xoay chiều hình sin tần số 50Hz. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ đo được 200V. Hãy tính:

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch.

Bài giải

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch

Ta có: $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi fC} = \dfrac{1}{2\pi.50.15{,}9.10^{-6}} = 200\,\Omega \Rightarrow I = \dfrac{U}{Z_C} = \dfrac{200}{200} = 1A$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch là 1A.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch

Ta có: $Z_L = \omega L = 2\pi fL = 2\pi.50.0,734 = 230,5\,\Omega$.

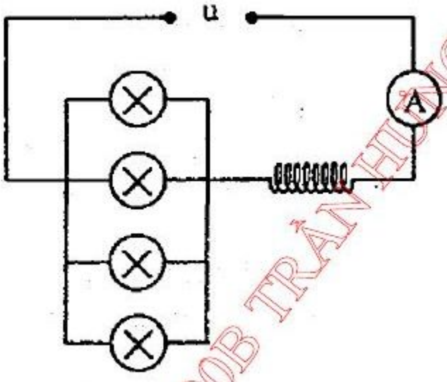
$\Rightarrow U_L = IZ_L = 1.230,5 = 230,5V$

và $U_R = IR = 1.132 = 132V$.

$\Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{132^2 + (230,5 - 200)^2} = 135,5V$.

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch là 230,5V và 135,5V.

2.5. Đoạn mạch điện xoay chiều hình sin tần số 50Hz được mắc theo sơ đồ như hình vẽ. Trong mạch có 4 đèn giống nhau. Cuộn dây có điện trở $R_0 = 5\Omega$ và độ tự cảm $L = 0,127H \approx \frac{2}{5\pi}H$. Ampe kế nhiệt (điện trở không đáng kể) chỉ 2A. Nhiệt lượng tỏa ra trong đoạn mạch trong 10s là Q = 1200J. Hãy tính:



a) Điện trở của mỗi bóng đèn.

b) Tổng trở của đoạn mạch điện.

Bài giải

a) Điện trở của mỗi bóng đèn

Gọi R_{td} là điện trở tương đương của bộ đèn, ta có: $Q = (R_{td} + R_0)I^2t$.

$\Rightarrow (R_{td} + R_0) = \frac{Q}{I^2t} = \frac{1200}{2^2.10} = 30\,\Omega \Rightarrow R_{td} = 30 - R_0 = 30 - 5 = 25\,\Omega$

Điện trở của mỗi bóng đèn là: $R_đ = 4R_{td} = 4.25 = 100\,\Omega$.

Vậy: Điện trở của mỗi bóng đèn là $100\,\Omega$.

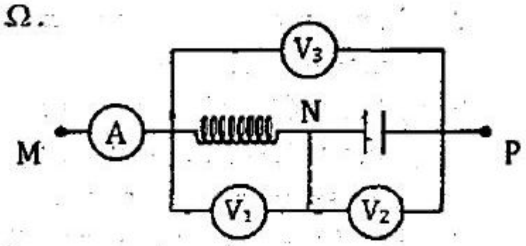
b)Tổng trở của đoạn mạch điện

Ta có: $Z_L = 2\pi fL = 2\pi.50.\frac{2}{5\pi} = 40\,\Omega$

$\Rightarrow Z = \sqrt{(R_{td} + R_0)^2 + Z_L^2} = \sqrt{(25+5)^2 + 40^2} = 50\,\Omega$

Vậy: Tổng trở của đoạn mạch điện là $50\,\Omega$.

2.6. Cho đoạn mạch xoay chiều hình sin sau đây. Tần số của dòng điện là f = 50Hz. Các máy đo A, V_1, V_2 và V_3 lần lượt chỉ 2,0A; 100V; 160V; 100V.



a) Tính Z_C. Suy ra C.

b) Tính Z_{MN} và Z_{MP}. Suy ra điện trở hoạt động R và độ tự cảm L của cuộn dây.

Bài giải

a) Tính Z_C và C

Ta có: $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{160}{2} = 80\Omega \Rightarrow C = \dfrac{1}{2\pi f Z_C} = \dfrac{1}{2\pi.50.80} = \dfrac{1}{8000\pi}$ F

Vậy: Dung kháng và điện dung của đoạn mạch là $80\,\Omega$ và $\dfrac{1}{8000\pi}$ F.

b) Tính Z_{MN}, Z_{MP} và điện trở hoạt động R, độ tự cảm L của cuộn dây

Ta có: $Z_{MN} = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{100}{2} = 50\,\Omega$; $Z_{MP} = Z = \dfrac{U}{I} = \dfrac{100}{2} = 50\,\Omega$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \sqrt{r^2 + Z_L^2} = 50 \\ \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} r^2 + Z_L^2 = 50^2 \\ r^2 + Z_L^2 - 2Z_LZ_C + Z_C^2 = 50^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow Z_C^2 = 2Z_LZ_C \Rightarrow Z_L = \frac{Z_C}{2} = \frac{80}{2} = 40\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{40}{2\pi.50} = \frac{0,4}{\pi}\text{ H và } r = \sqrt{50^2 - Z_L^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\Omega$$

Vậy: Điện trở hoạt động R và độ tự cảm L của cuộn dây là $\dfrac{0,4}{\pi}$ H và $30\,\Omega$.

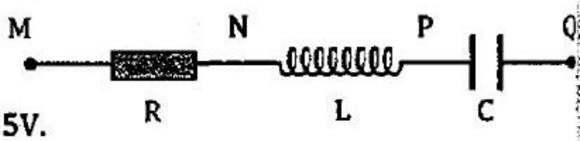
2.7. Cho đoạn mạch điện xoay chiều hình sin như sau: R: điện trở thuần, L: cuộ thuần cảm và C: tụ điện.

a) Biết $U_{MN} = 33$V; $U_{NP} = 44$V; $U_{PQ} = 100$V. Hãy tìm U_{MP}; U_{NQ}; U_{MQ}.

b) Biết $U_{MP} = 110$V; $U_{NQ} = 112$V; $U_{MQ} = 130$V. Hãy tìm U_{MN}; U_{NP}; U_{PQ}.

Bài giải

a) Tính U_{MP}; U_{NQ}; U_{MQ}



Ta có:

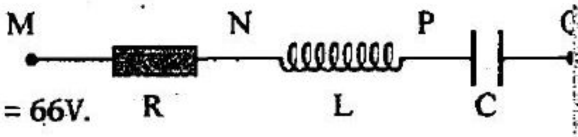
$U_{MP} = \sqrt{U_{MN}^2 + U_{NP}^2} = \sqrt{33^2 + 44^2} = 55$V.

$U_{NQ} = |U_{NP} - U_{PQ}| = |44 - 100| = 56$V.

$U_{MQ} = \sqrt{U_{MN}^2 + (U_{NP} - U_{PQ})^2} = \sqrt{33^2 + (44 - 100)^2} = 65$V.

Vậy: Hiệu điện thế giữa các điểm MP, NQ và MQ là 55V, 56V và 65V.

b) Tính U_{MN}; U_{NP}; U_{PQ}



Ta có:

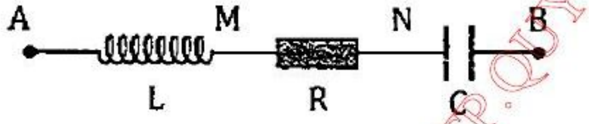
$U_{MN} = \sqrt{U_{MQ}^2 - U_{NQ}^2} = \sqrt{130^2 - 112^2} = 66$V.

$U_{NP} = \sqrt{U_{MP}^2 - U_{MN}^2} = \sqrt{110^2 - 66^2} = 88$V.

$U_{PQ} = U_{NQ} + U_{NP} = 112 + 88 = 200$V.

Vậy: Hiệu điện thế giữa các điểm MN, NP và PQ là 66V, 88V và 200V.

2.8. Cho đoạn mạch xoay chiều hình sin sau đây: R: điện trở thuần, L: cuộn thuần cảm, C: tụ điện. Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức: $u = 170\cos 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.



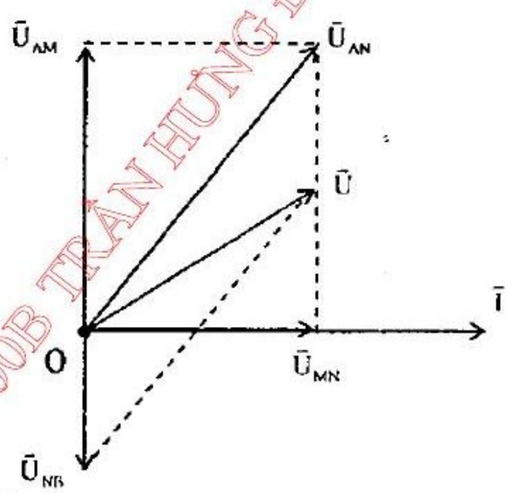
Biết các hiệu điện thế hiệu dụng sau đây: $U_{AN} = 160V$; $U_{NB} = 56V$

a) Giải thích tại sao $U_{AN} + U_{NB} \neq U$.

b) Tính các hiệu điện thế hiệu dụng U_{AM}, U_{MB}.

c) Cho $R = 60\Omega$. Tính L và C.

Bài giải-



a) Giải thích tại sao $U_{AN} + U_{NB} \neq U$?

Ta có: $\bar{U}_{AN} + \bar{U}_{NB} = \bar{U}$.

Vì u_{AN} và u_{NB} không cùng pha nên $U_{AN} + U_{NB} \neq U$ (hình vẽ).

b) Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AM}, U_{MB}

Ta có: $U^2 = U_{MN}^2 + (U_{AM} - U_{NB})^2$

$$= U_{MN}^2 + U_{AM}^2 - 2U_{AM}U_{NB} + U_{NB}^2$$

$$\Leftrightarrow U^2 = U_{AN}^2 + U_{NB}^2 - 2U_{AM}U_{NB}$$

$$\Rightarrow U_{AM} = \frac{U_{AN}^2 + U_{NB}^2 - U^2}{2U_{NB}} = \frac{160^2 + 56^2 - 120^2}{2.56} \approx 128V$$

$$U_{MB} = \sqrt{U_{MN}^2 + U_{NB}^2} = \sqrt{U_{AN}^2 - U_{AM}^2 + U_{NB}^2} = \sqrt{160^2 - 128^2 + 56^2} \approx 111V.$$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm AM và MB là 128V và 111V.

c) Tính L và C khi $R = 60\Omega$

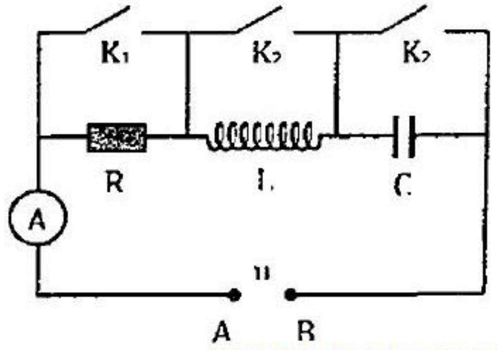
Ta có: $U_{MN} = \sqrt{U_{AN}^2 - U_{AM}^2} = \sqrt{160^2 - 128^2} = 96V \Rightarrow I = \frac{U_{MN}}{R} = \frac{96}{60} = 1{,}6A$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{U_{AM}}{I} = \frac{128}{1{,}6} = 80\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{80}{100\pi} = \frac{0{,}8}{\pi} = 0{,}255H.$$

$$\text{và } Z_C = \frac{U_{NB}}{I} = \frac{56}{1{,}6} = 35\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.35} = \frac{1}{3500\pi} = 91.10^{-6}F.$$

Vậy: Khi $R = 60\Omega$ thì $L = 0{,}255H$ và $C = 91.10^{-6}F$.

2.9. Cho mạch điện xoay chiều hình sin như hình sau: R: điện trở thuần; L: cuộn thuần cảm; C: tụ điện; $R_A \approx 0$; $R_K \approx 0$. Nguồn điện có tần số $f = 50Hz$ và hiệu điện thế hiệu dụng $U = 120V$.



- Khi K_1, K_3 đóng, K_2 mở: A chỉ 1,5A.
- Khi K_3 đóng, K_1, K_2 mở: A chỉ 1,2A.
- Khi K_2 đóng, K_1, K_3 mở: A chỉ 1,6A.

a) Tính R, L, C.

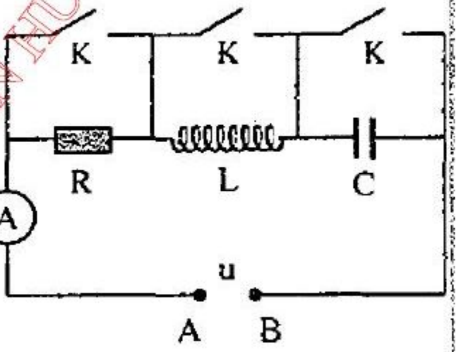
b) Nếu K_1, K_2, K_3 cùng mở thì A chỉ bao nhiêu?
Khi này tăng tần số dòng điện thành f' = 60Hz thì số chỉ của A tăng hay giảm?
Muốn số chỉ của A vẫn như trước phải thay tụ điện C bằng tụ điện C' có điện dung bao nhiêu?

Bài giải

a) Tính R, L và C

- Khi K_1, K_3 đóng, K_2 mở: Mạch chỉ có L nên:

$$Z_L = \frac{U}{I_1} = \frac{120}{1,5} = 80\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{80}{2\pi.50} \approx 0,25H$$



- Khi K_3 đóng, K_1, K_2 mở: Mạch gồm (R, L) nên:

$$\sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{U}{I_2} = \frac{120}{1,2} = 100\Omega$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{100^2 - Z_L^2} = \sqrt{100^2 - 80^2} = 60\Omega$$

- Khi K_2 đóng, K_1, K_3 mở: Mạch gồm (R, C) nên:

$$\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \frac{U}{I_3} = \frac{120}{1,6} = 75\Omega \Rightarrow Z_C = \sqrt{75^2 - R^2} = \sqrt{75^2 - 60^2} = 45\Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f Z_C} = \frac{1}{2\pi.50.45} = \frac{1}{4500\pi} F \approx 71\mu F.$$

Vậy: Điện trở, độ tự cảm và điện dung của mạch lần lượt là $60\,\Omega$, 0,25H và $71\,\mu F$

b) Số chỉ ampe kế và điện dung C' của tụ khi f' = 60Hz

- Khi K_1, K_2, K_3 cùng mở thì đoạn mạch gồm (R, L, C) nối tiếp. Do đó:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{120}{\sqrt{60^2 + (80-45)^2}} = 1,73A$$

- Vì $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})^2}}$ nên khi f tăng (từ 50Hz lên 60Hz) thì Z tăng nên I sẽ giảm.

- Để số chỉ ampe kế vẫn như trước thì:

$$\frac{U}{\sqrt{R^2 + (2\pi f' L - \frac{1}{2\pi f' C'})^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})^2}} = I.$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{R^2+(2\pi f'L-\frac{1}{2\pi f'C'})^2}=\sqrt{R^2+(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC})^2}$$

$$\Leftrightarrow R^2+(2\pi f'L-\frac{1}{2\pi f'C'})^2=R^2+(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC})^2$$

$$\Leftrightarrow (2\pi f'L-\frac{1}{2\pi f'C'})=\pm(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC})$$

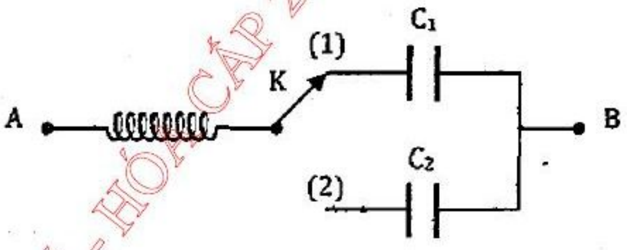
$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} 2\pi L(f'-f)=\frac{1}{2\pi f'C'}-\frac{1}{2\pi fC}\Rightarrow \frac{1}{2\pi f'C'}=2\pi L(f'-f)+\frac{1}{2\pi fC} \\ 2\pi L(f'+f)=\frac{1}{2\pi f'C'}+\frac{1}{2\pi fC}\Rightarrow \frac{1}{2\pi f'C'}=2\pi L(f'+f)-\frac{1}{2\pi fC} \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \frac{1}{2\pi f'C'}=2\pi.\frac{0,8}{\pi}(60-50)+45=61 \\ \frac{1}{2\pi f'C'}=2\pi.\frac{0,8}{\pi}(60+50)+45=131 \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} C'_1=\frac{1}{2\pi.f'.61}=\frac{1}{2\pi.60.61}\approx 43,4.10^{-6}F \\ C'_2=\frac{1}{2\pi.f'.131}=\frac{1}{2\pi.60.131}\approx 20,26.10^{-6}F \end{array}\right.$$

Vậy: Để số chỉ ampe kế vẫn như cũ thì phải thay tụ C bằng tụ C' có điện dung $43,4.10^{-6}$F hoặc $20,26.10^{-6}$F.

.10. Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình sau đây: Cuộn dây có điện trở hoạt động R và độ tự cảm L; C_1 = 40μF, C_2 = 80μF; $u_{AB} = 104\cos314t$(V).



Ở cả hai vị trí (1) và (2) của khóa K, cường độ hiệu dụng trong mạch đều đo được 2A. Hãy tính R và L (Cho $\frac{1}{\pi}$ = 0,32).

Bài giải

Khi K ở vị trí (1): $I_1=\frac{U}{Z_1}=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_{C_1})^2}}$

$$\Leftrightarrow \sqrt{R^2+(Z_L-Z_{C_1})^2}=\frac{U}{I_1}=\frac{104}{2\sqrt{2}}=26\sqrt{2} \qquad (1)$$

Khi K ở vị trí (2): $I_2=\frac{U}{Z_2}=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_{C_2})^2}}$

$$\Leftrightarrow \sqrt{R^2+(Z_L-Z_{C2})^2} = \frac{U}{I_2} = \frac{104}{2\sqrt{2}} = 26\sqrt{2} \qquad (2)$$

với $Z_{C1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{1}{314.40.10^{-6}} = 80\,\Omega$; $Z_{C2} = \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{314.40.10^{-6}} = 40\,\Omega$.

- Từ (1) và (2) ta có:

$$\sqrt{R^2+(Z_L-80)^2} = 26\sqrt{2} \Leftrightarrow R^2+Z_L^2-160Z_L+80^2 = (26\sqrt{2})^2 \qquad (1')$$

$$\sqrt{R^2+(Z_L-40)^2} = 26\sqrt{2} \Leftrightarrow R^2+Z_L^2-80Z_L+40^2 = (26\sqrt{2})^2 \qquad (2')$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{80^2-40^2}{80} = 60\,\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{60}{314} \approx 0{,}19\text{H và } R = 48\,\Omega.$$

Vậy: Giá trị của R và L là $48\,\Omega$ và 0,19H.

2.11. Cho mạch điện xoay chiều hình sin như hình sau đây: Cuộn dây có điện tr

hoạt động $R_0 = 20{,}0\Omega$ và độ tự cảm $L = 0{,}153H \approx \frac{0{,}48}{\pi}H$. Tụ điện có điện dun

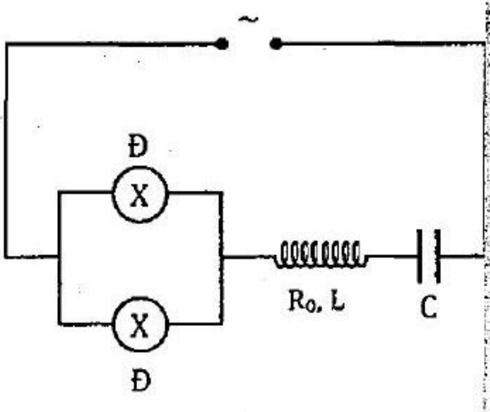
$C = 96{,}4\mu F \approx \frac{10^{-2}}{33\pi}F$. Hai đèn giống nhau coi như các điện trở thuần r.

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mạch điện là U = 113V. Tần số dòng điệ là f = 50Hz. Cường a)Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử đ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là I = 1,0A.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử.

b) Tính điện trở của mỗi đèn.

c) Nếu một đèn bị đoản mạch thì cường độ hiệu dụng của dòng điện sẽ là bao nhiêu?



Bài giải

a) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử

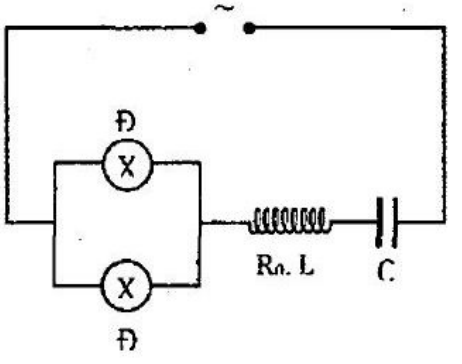
- Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây:

$$U_d = IZ_d = I\sqrt{R_0^2+Z_L^2}$$

$$= 1\sqrt{20^2+(100\pi.\frac{0{,}48}{\pi})^2}$$

$$= \sqrt{20^2+48^2} = 52V$$

- Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện:



$$U_C = IZ_C = 1.\frac{1}{100\pi.\frac{10^{-2}}{33\pi}} = 33V$$

- Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cả mạch điện:

$U^2 = (U_d + U_{R0})^2 + (U_L - U_C)^2$

$\Rightarrow (U_d + U_{R0})^2 = (U_L - U_C)^2 - U^2 = 113^2 - (48 - 33)^2 = 112^2$

$\Rightarrow U_d = 112 - U_{R0} = 112 - 20 = 92V$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu mỗi phần tử của mạch điện là: $U_d = 52V$; $U_C = 33V$ và $U_d = 92V$.

b) Điện trở của mỗi đèn

- Điện trở tương đương của hai đèn: $R_d = \frac{U_d}{I} = \frac{92}{1} = 92\Omega$.
- Điện trở của mỗi đèn: $r_d = 2R_d = 2.92 = 184\,\Omega$.

Vậy: Điện trở của mỗi đèn là $184\,\Omega$.

c) Cường độ hiệu dụng của dòng điện khi một đèn bị đoản mạch

- Khi một đèn bị đoản mạch, mạch điện còn lại gồm: [(R_0, L) nt C]. Do đó:

$$Z' = \sqrt{R_0^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{20^2 + (48-33)^2} = 25\Omega$$

- Cường độ dòng điện qua đèn lúc này là: $I' = \frac{U}{Z'} = \frac{113}{25} = 4,25A$.

Vậy: Khi một đèn bị đoản mạch, cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch là 4,25A.

2.12. Đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R, độ tự cảm L mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây, tụ điện và đoạn mạch lần lượt là 200V, 70V, 150V.

Cường độ hiệu dụng dòng điện qua mạch là 1,0A.

a) Tính điện trở hoạt động của cuộn dây, cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch.

b) Biết rằng khi mắc nối tiếp thêm tụ có điện dung $C' = 17,8\mu F \approx \frac{160}{9}\mu F$ thì cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch không đổi. Tính tần số f của dòng điện và độ tự cảm L, điện dung C. (Cho: $\frac{1}{\pi} \approx 0,32$).

Bài giải

a) Điện trở hoạt động của cuộn dây, cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch

Ta có: $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{70}{1} = 70\Omega$.

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + U_L^2 + U_C^2 - 2U_LU_C = U_d^2 + U_C^2 - 2U_LU_C$$

$$\Rightarrow U_L = \frac{U_d^2 + U_C^2 - U^2}{2U_C} = \frac{200^2 + 70^2 - 150^2}{2.70} = 160V$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{160}{1} = 160\Omega \text{ và } U_R^2 = U_d^2 - U_L^2 = 200^2 - 160^2 = 120^2$$

$$\Rightarrow U_R = 120V \text{ và } R = \frac{U_R}{I} = \frac{120}{1} = 120\Omega$$

Vậy: Điện trở hoạt động của cuộn dây là $120\,\Omega$, cảm kháng và dung kháng củ đoạn mạch là $160\,\Omega$ và $70\,\Omega$.

b) Tần số f của dòng điện và độ tự cảm L, điện dung C

- Khi chưa mắc thêm thụ C': $I = \frac{U}{Z}$; khi đã mắc thêm tụ C': $I' = \frac{U}{Z'}$.
- Theo đề, $I' = I \Leftrightarrow Z' = Z \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + [Z_L - (Z_C + Z_{C'})]^2$

$\Leftrightarrow Z_L - Z_C = Z_L - (Z_C + Z_{C'})$ (loại) và $Z_L - Z_C = -Z_L + (Z_C + Z_{C'})$

$\Rightarrow Z_{C'} = 2(Z_L - Z_C) = 2.(160 - 70) = 180\,\Omega$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi C' Z_{C'}} = \frac{1}{2\pi.\frac{160}{9}.10^{-6}.180} \approx 50Hz$$

- Độ tự cảm của cuộn dây và điện dung của tụ điện:
  + Độ tự cảm: $L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{160}{2\pi.50} \approx 0{,}512H$.
  + Điện dung: $C = \frac{1}{2\pi f.Z_C} = \frac{1}{2\pi.50.70} \approx 45{,}7.10^{-6}F$.

Vậy: Tần số f của dòng điện là 50Hz, độ tự cảm L và điện dung C là 0,512H 45,7.10⁻⁶F.

2.13. Một mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$, cuộn thuần cảm $L = 0{,}60H$ và tụ điện $C = 36\mu F$ mắc nối tiếp.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức:

$u = 282\cos 314t(V) \approx 200\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$

a) Mắc nối tiếp thêm vào đoạn mạch điện trở thuần r. Cường độ hiệu dụng củ dòng điện là 1,0A. Tính r.

b) Người ta vẫn muốn có cường độ hiệu dụng 1,0A nhưng không ghép thêm điệ trở r mà thay tụ điện C bằng một tụ điện C' hay ghép thêm C' với C.

Tính điện dung C' và nêu cách ghép.

Bài giải

a) Điện trở r

Ta có: $Z = \frac{U}{I} = \frac{200}{1} = 200\Omega$; $Z_L = \omega L = 100\pi.0{,}6 = 188{,}4V$;

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi C} = \frac{1}{100\pi.36.10^{-6}} = 88{,}4\Omega$$

$$\Leftrightarrow Z^2 = (R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2$$

$$\Rightarrow (R + r) = \sqrt{Z^2 - (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{200^2 - (188{,}4 - 88{,}4)^2} = 173\Omega$$

$$\Rightarrow r = 173 - R = 173 - 100 = 73\,\Omega$$

Vậy: Giá trị của r là $73\,\Omega$.

b) Tính điện dung C' và nêu cách ghép

- Khi thay tụ C bằng tụ C', mạch gồm [R, L, C']: $I' = I \Leftrightarrow Z' = Z$.

$$\Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_{C'})^2 = (R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2 = Z^2$$

$$\Leftrightarrow (Z_L - Z_{C'})^2 = Z^2 - R^2 = 200^2 - 100^2 = 3.100^2 \Leftrightarrow Z_L - Z_{C'} = \pm 100\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} Z_{C'} = Z_L - 100\sqrt{3} = 188{,}4 - 100\sqrt{3} = 15{,}4\Omega \\ Z_{C'} = Z_L + 100\sqrt{3} = 188{,}4 + 100\sqrt{3} = 361{,}4\Omega \end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} C_1' = \dfrac{1}{15{,}4.100\pi} = \dfrac{1}{1540\pi} = 206{,}8.10^{-6}\text{F} \\ C_2' = \dfrac{1}{361{,}4.100\pi} = \dfrac{1}{36140\pi} = 8{,}8.10^{-6}\text{F} \end{array}\right.$$

- Khi ghép thêm tụ C' với tụ C, mạch gồm [R, L, (C, C')]: $I'' = I \Leftrightarrow Z'' = Z$.

Gọi Z_C^* là dung kháng tương đương của bộ tụ, tương tự trường hợp 1 ta có:

$$\left[\begin{array}{l} Z_{C1}^* = 15{,}4\Omega \\ Z_{C2}^* = 361{,}4\Omega \end{array}\right.$$

+ Trường hợp $Z_{C1}^* = 15{,}4\Omega$: Vì $Z_{C1}^* < Z_C \Rightarrow$ C' mắc song song với C và:

$$C' = C^* - C = \frac{1}{100\pi.15{,}4} - 36.10^{-6} = 170{,}8.10^{-6}\text{F}$$

+ Trường hợp $Z_{C2}^* = 361{,}4\Omega$: Vì Vì $Z_{C2}^* > Z_C \Rightarrow$ C' mắc nối tiếp với C và:

$$Z_{C'} = Z_C^* - Z_C = 361{,}4 - 88{,}4 = 273\,\Omega \Rightarrow C' = \frac{1}{100\pi.273} = 11{,}7.10^{-6}\text{F}$$

Vậy: Có hai trường hợp:

+ Trường hợp 1: Phải ghép C' song song với C với $C' = 170{,}8.10^{-6}$F.

+ Trường hợp 2: Phải ghép C' nối tiếp với C với $C' = 11{,}7.10^{-6}$F.

2.14. Đoạn mạch điện xoay chiều hình sin gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R, độ tự cảm L mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Tần số dòng điện là f = 50Hz.

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch, hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện lần lượt là 150V; 150V; 240V.

BỒI DƯỠNG TOÁN LÝ HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

Khi mắc nối tiếp thêm điện trở thuần $R_0 = 70\Omega$ vào đoạn mạch thì hiệu điện th hiệu dụng hai đầu đoạn mạch vẫn là 150V nhưng hiệu điện thế hiệu dụng giữ hai đầu tụ điện trở thành 180V.

Hãy tính R, L, C.

Bài giải

- Ban đầu, khi chưa mắc thêm R_0, ta có:

$U_C = IZ_C = 240V$ (1); $U_d = IZ_d = I.\sqrt{R^2 + Z_L^2} = 150V$ (2)

$U = IZ = I.\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 150V$ (3)

+ Từ (1) và (2): $\dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2} = \left(\dfrac{150}{240}\right)^2$ (4)

+ Từ (1) và (3): $\dfrac{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_C^2} = \left(\dfrac{150}{240}\right)^2$ (5)

+ Từ (4) và (5): $\dfrac{(Z_L - Z_C)^2 - Z_L^2}{Z_C^2} = 0 \Rightarrow \dfrac{Z_L}{Z_C} = \dfrac{1}{2}$ (6)

+ Từ (4) suy ra: $\left(\dfrac{R}{Z_C}\right)^2 = \left(\dfrac{150}{240}\right)^2 - \left(\dfrac{Z_L}{Z_C}\right)^2 = \left(\dfrac{5}{8}\right)^2 - \left(\dfrac{1}{2}\right)^2 = \left(\dfrac{3}{8}\right)^2$

$\Rightarrow \dfrac{R}{Z_C} = \dfrac{3}{8}$ (7)

- Khi mắc thêm R_0, ta có:

$U_C' = I'Z_C = 180V$ (8); $U = I'Z' = I'.\sqrt{(R + R_0)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 150V$ (9)

+ Từ (8) và (9):

$$\left(\frac{Z'}{Z_C}\right)^2 = \frac{(R + R_0)^2 + (Z_L - Z_C)^2}{Z_C^2} = \left(\frac{R + R_0}{Z_C}\right)^2 + \left(\frac{Z_L - Z_C}{Z_C}\right)^2 = \left(\frac{150}{180}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{R + R_0}{Z_C}\right)^2 + \left(\frac{Z_L - Z_C}{Z_C}\right)^2 = \left(\frac{5}{6}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{R + R_0}{Z_C}\right)^2 = \left(\frac{5}{6}\right)^2 - \left(\frac{Z_L - Z_C}{Z_C}\right)^2 = \left(\frac{5}{6}\right)^2 - \left(\frac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2 = \left(\frac{5}{6}\right)^2 - \left(\frac{1}{2} - 1\right)^2 = \left(\frac{4}{6}\right)$$

$\Rightarrow \dfrac{R + R_0}{Z_C} = \dfrac{4}{6} = \dfrac{2}{3}$ (10)

- Từ (7) và (10): $R + R_0 = \dfrac{2}{3}.Z_C = \dfrac{2}{3}.\dfrac{8R}{3} = \dfrac{16R}{9} \Rightarrow R = \dfrac{9}{7}R_0 = \dfrac{9}{7}.70 = 90\Omega$.

- Mặt khác, ban đầu ta có: $\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{\dfrac{Z_L}{Z_C} - 1}{\dfrac{R}{Z_C}} = \dfrac{\dfrac{1}{2} - 1}{\dfrac{3}{8}} = -\dfrac{4}{3}$

$\Rightarrow Z_L - Z_C = -\dfrac{4}{3}R = -\dfrac{4}{3}.90 = -120 \quad (11)$

Mà $\dfrac{R}{Z_C} = \dfrac{3}{8} \Rightarrow Z_C = \dfrac{8}{3}R = \dfrac{8}{3}.90 = 240\Omega$ và $Z_L = 120\,\Omega$.

Suy ra: $C = \dfrac{1}{2\pi f Z_C} = \dfrac{1}{2\pi.50.240} = 13{,}27.10^{-6}F$

và $L = \dfrac{Z_L}{2\pi f} = \dfrac{120}{2\pi.50} = 0{,}382H.$

Vậy: $R = 90\,\Omega$; $L = 0{,}382H$ và $C = 13{,}27.10^{-6}F$.

2.15. Đoạn mạch xoay chiều hình sin gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp. Điện trở hoạt động và độ tự cảm của các cuộn dây là $R_1 = 80\Omega$; $L_1 = 0{,}19H$ và $R_2 = 75\Omega$; $L_2 = 0{,}32H$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là $U = 200V$, tần số $f = 50Hz$.

a) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi cuộn dây U_1, U_2.

b) Giữa R_2, L_1, L_2 có giá trị không đổi. Phải thay đổi R_1 bao nhiêu để có $U = U_1 + U_2$. Cuộn dây (1) phải thay đổi ra sao để có kết quả trên.

Bài giải

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi cuộn dây

Ta có: $Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (Z_{L1} + Z_{L2})^2}$.

với $Z_{L1} = 2\pi f L_1 = 2\pi.50.0{,}19 = 59{,}6\Omega$; $Z_{L2} = 2\pi f L_2 = 2\pi.50.0{,}32 = 100{,}5\Omega$.

$\Rightarrow Z = \sqrt{(80 + 75)^2 + (59{,}6 + 100{,}5)^2} = 222\,\Omega$

- Cường độ dòng điện qua mạch: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{200}{222} = 0{,}9A.$
- Hiệu điện thế hai đầu mỗi cuộn dây:
  - + Cuộn 1: $U_1 = IZ_{d1} = I\sqrt{R_1^2 + Z_{L1}^2} = 0{,}9.\sqrt{80^2 + 59{,}6^2} = 90V.$
  - + Cuộn 2: $U_2 = IZ_{d2} = I\sqrt{R_2^2 + Z_{L2}^2} = 0{,}9.\sqrt{75^2 + 100{,}5^2} = 113V.$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 0,9A và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi cuộn dây là 90V và 113V.

b) Giá trị của R_1 và L_1

Ta có: $\bar{U} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2$. Để $U = U_1 + U_2$ thì $\bar{U}_1, \bar{U}_2$ phải cùng hướng hay:

$$\varphi_1 = \varphi_2 \Leftrightarrow \tan\varphi_1 = \tan\varphi_2 \Leftrightarrow \frac{Z_{L1}}{R_1} = \frac{Z_{L2}}{R_2} \Leftrightarrow \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$$

$$\Rightarrow R_1 = R_2.\frac{L_1}{L_2} = 75.\frac{0,19}{0,32} = 44,5\,\Omega$$

Vậy: Giá trị R_1 lúc này là $44,5\,\Omega$.

2.16. Đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 50,0\Omega$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 0,128H \approx \frac{0,4}{\pi}H$ và điện trở hoạt động $r = 30,0\Omega$, một tụ điện có điện dung $C = 32,0\mu F \approx \frac{100}{\pi}\mu F$ mắc nối tiếp nhau.

Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức $i = 1,70\cos(314t + 0,645)$ (A). Hãy lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa:

a) Hai đầu đoạn mạch b) Hai đầu cuộn dây.

Bài giải

a) Biểu thức hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch

Ta có: $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

với $Z_L = \omega L = 314.\frac{0,4}{\pi} = 40\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\Omega$.

$$\Rightarrow Z = \sqrt{(50 + 30)^2 + (40 - 100)^2} = 100\Omega.$$

$U_0 = I_0 Z = 1,70.100 = 170V$

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + r} = \frac{40 - 100}{50 + 30} = -\frac{3}{4} \Rightarrow \varphi = -0,645\text{rad}.$$

$\Rightarrow fa(u) = fa(i) + \varphi = 314t + 0,645 - 0,645 = 314t$

$\Rightarrow u = 170\cos 314t(V)$

Vậy: Biểu thức hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là $u = 170\cos 314t(V)$.

b) Biểu thức hiệu điện thế hai đầu cuộn dây

Ta có: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega$

$U_{0d} = I_0 Z_d = 1,7.50 = 85V$

$$\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{r} = \frac{40}{30} = \frac{4}{3} \Rightarrow \varphi_d = 0,927\text{rad}$$

$\Rightarrow fa(u_d) = fa(i) + \varphi_d = 314t + 0,645 + 0,927 = 314t + 1,572$

$\Rightarrow u_d = 85\cos(314t + 1{,}572)(V)$

Vậy: Biểu thức hiệu điện thế hai đầu cuộn dây là $u_d = 85\cos(314t + 1{,}572)(V)$.

2.17. Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 70{,}0\Omega$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 0{,}384H \approx \frac{1{,}20}{\pi}H$ và điện trở hoạt động $r = 90{,}0\Omega$ mắc nối tiếp.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 282\cos314t(V) \approx 200\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

Hãy lập biểu thức của:

a) Cường độ tức thời của dòng điện trong mạch.

b) Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây.

Bài giải

a) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch

Ta có: $Z = \sqrt{(R + r)^2 + Z_L^2}$, với $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1{,}20}{\pi} = 120\Omega$.

$\Rightarrow Z = \sqrt{(70 + 90)^2 + 120^2} = 200\Omega$

$I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{200\sqrt{2}}{200} = \sqrt{2} = 1{,}41A$

$\tan\varphi = \frac{Z_L}{R + r} = \frac{120}{70 + 90} = \frac{3}{4} \Rightarrow \varphi = 0{,}645rad$

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 100\pi t - 0{,}645$

$\Rightarrow i = 1{,}41\cos(100\pi t - 0{,}645)(A)$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch là $i = 1{,}41\cos(100\pi t - 0{,}645)(A)$.

b) Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây

Ta có: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{90^2 + 1200^2} = 150\Omega$

$U_{0d} = I_0Z_d = 1{,}41.150 = 211{,}5V$

$\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{r} = \frac{120}{90} = \frac{4}{3} \Rightarrow \varphi_d = 0{,}927rad$

$\Rightarrow fa(u_d) = fa(i) + \varphi_d = 100\pi t - 0{,}645 + 0{,}927 = 100\pi t + 0{,}282$

$\Rightarrow u_d = 211{,}5\cos(100\pi t + 0{,}282)(V)$

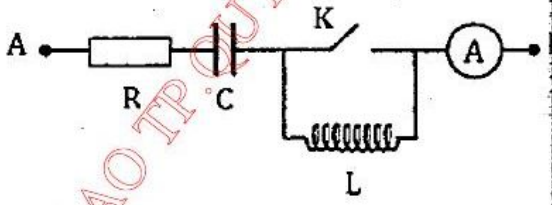
Vậy: Biểu thức hiệu điện thế hai đầu cuộn dây là $u_d = 211{,}5\cos(100\pi t + 0{,}282)(V)$.

18. Cho đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như hình vẽ: $R = 100\Omega$ (điện trở thuần); $L = 1{,}10H \approx \frac{2\sqrt{3}}{\pi}H$ (cuộn cảm thuần); $R_a \approx 0$; $R_K \approx 0$.

Hiệu điện thế A, B có giá trị tức thời cho bởi:

$u = 311\cos 314t (V) \approx 220\sqrt{2}\cos 100\pi t (V)$.

Khi K mở hay đóng số chỉ của ampe kế A không đổi.



a) Tính điện dung C của tụ điện và số chỉ của ampe kế.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện khi K mở và khi K đóng.

Bài giải

a) Tính điện dung C của tụ điện và số chỉ của ampe kế

- Khi K mở, mạch gồm (R, L, C): $I_1 = \dfrac{U}{Z_1}$.
- Khi K đóng, mạch gồm (R, C): $I_2 = \dfrac{U}{Z_2}$.
- Vì $I_1 = I_2 \Leftrightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + Z_C^2$

$$\Leftrightarrow (Z_L - Z_C) = \pm Z_C \Leftrightarrow Z_C = \frac{Z_L}{2} = \frac{\omega L}{2} = \frac{100\pi.\frac{2\sqrt{3}}{\pi}}{2} = 100\sqrt{3}\Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.100\sqrt{3}} \approx 18{,}4.10^{-6}F$$

$$\text{và } I_1 = I_2 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{220}{\sqrt{100^2 + (100\sqrt{3})^2}} = 1{,}1A.$$

Vậy: Điện dung C của tụ điện là $18{,}4.10^{-6}F$ và số chỉ của ampe kế là 1,1A.

b) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện khi K mở và khi K đóng

- Khi K mở: $\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{100\sqrt{3}}{100} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_1 = \dfrac{\pi}{3} = 1{,}05\text{rad}$.

  $fa(i_1) = fa(u) - \varphi_1 = 314t - 1{,}05$

  $\Rightarrow i_1 = 1{,}1\sqrt{2}\cos(314t - 1{,}05) = 1{,}55\cos(314t - 1{,}05)(A)$.

- Khi K đóng: $\tan\varphi_2 = \dfrac{-Z_C}{R} = \dfrac{-100\sqrt{3}}{100} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi_2 = -\dfrac{\pi}{3} = -1{,}05\text{rad}$.

  $fa(i_2) = fa(u) - \varphi_2 = 314t + 1{,}05$

  $\Rightarrow i_2 = 1{,}1\sqrt{2}\cos(314t + 1{,}05) = 1{,}55\cos(314t + 1{,}05)(A)$.

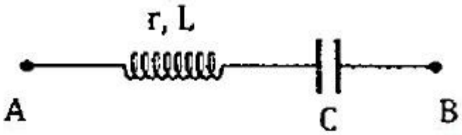
  Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện khi K mở và khi K đóng

  $i = 1{,}55\cos(314t \pm 1{,}05)(A)$.

219. Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ: $r = 17,3\Omega$; $L = 31,8H$; $C = 159\mu F$. Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức: $u = 141\cos 314t(V)$.

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua đoạn mạch.

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện.



(Lấy: $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,318$; $\sqrt{3} = 1,73$)

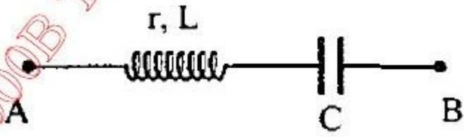
Bài giải

a) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua đoạn mạch

Ta có: $Z = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

với $Z_L = \omega L = 314.0,0318 = 10\,\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314.159.10^{-6}} = 20\Omega$.

$\Rightarrow Z = \sqrt{17,3^2 + (10-20)^2} = 20\Omega$



$\Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{141}{20} \approx 7,05A$

và $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{10-20}{17,3} = -0,578 \Rightarrow \varphi = -0,523rad$

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + 0,523$

$\Rightarrow i = 7,05\cos(314t + 0,523)(A)$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua đoạn mạch là $i = 7,05\cos(314t + 0,523)(A)$.

b) Biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện

Hai đầu cuộn dây:

Ta có: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{17,3^2 + 10^2} = 20\Omega$.

$U_{0d} = I_0 Z_d = 7,05.20 = 141V$

và $\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{r} = \frac{10}{17,3} = 0,573 \Rightarrow \varphi_d = 0,523rad$.

$\Rightarrow fa(u_d) = fa(i) + \varphi_d = 314t + 0,523 + 0,523 = 314t + 1,05$

$\Rightarrow u_d = 141\cos(314t + 1,05)(V)$

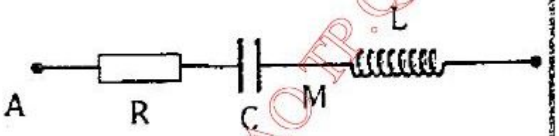
Hai đầu tụ điện: Ta có: $U_{0C} = I_0 Z_C = 7,05.20 = 141V$.

và $fa(u_C) = fa(i) - \frac{\pi}{2} = 314t + 0,523 - 1,57 = 314t - 1,05$

$\Rightarrow u_C = 141\cos(314t - 1,05)(V)$

Vậy: Biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu điện là $u_d = 141\cos(314t + 1{,}05)$(V) và $u_C = 141\cos(314t - 1{,}05)$(V).

2.20. Cho đoạn mạch điện xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ: R = 10,0Ω; L: cuộ thuần cảm. Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức $u = 141\cos314t$(V). Cườ độ dòng điện trong đoạn mạch chậm pha hơn u_{AB} góc $\frac{\pi}{4}$ và nhanh pha hơn u góc $\frac{\pi}{4}$.



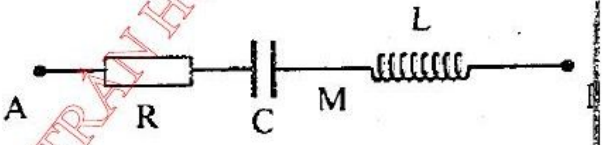
a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện.

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế u_{AM}.

Bài giải

a) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện

- Độ lệch pha giữa u_{AM} và i:



$$\tan\varphi_{AM} = \frac{-Z_C}{R} = \tan\left(-\frac{\pi}{4}\right) = -1$$

$$\Rightarrow Z_C = R = 10\,\Omega$$

- Độ lệch pha giữa u và i: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \tan\dfrac{\pi}{4} = +1$.

$$\Rightarrow Z_L = Z_C + R = 10 + 10 = 20\,\Omega$$

- Tổng trở của đoạn mạch: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{10^2 + (20-10)^2} = 10\sqrt{2}\Omega$.

- Cường độ cực đại của dòng điện: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{141}{10\sqrt{2}} = 10$A.

$$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t - \frac{\pi}{4} = 314t - 0{,}785$$

$$\Rightarrow i = 10\cos(314t - 0{,}785)\text{(A)}$$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện $i = 10\cos(314t - 0{,}785)$(A).

b) Biểu thức của hiệu điện thế u_{AM}

Ta có: $Z_{AM} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}\Omega$.

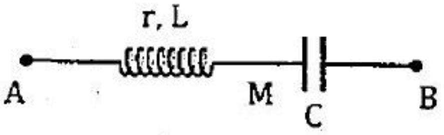
$U_{0AM} = I_0 Z_{AM} = 10.10\sqrt{2} = 100\sqrt{2}$ V.

$fa(u_{AM}) = fa(i) - \dfrac{\pi}{4} = 314t - 0{,}785 - 0{,}785 = 314t - 1{,}57$

$\Rightarrow u_{AM} = 100\sqrt{2}\cos(314t - 1{,}57)\text{(V)} = 141\cos(314t - 1{,}57)$.

Vậy: Biểu thức của hiệu điện thế u_{AM} là $u_{AM} = 141\cos(314t - 1{,}57)$.

2.21. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ. Hiệu điện thế giữa A, B có biểu th $u = 140\cos 314t(V)$. Dùng vôn kế có điện trở rất lớn, người ta đo được U_{AM} 100V; $U_{MB} = 140V$.



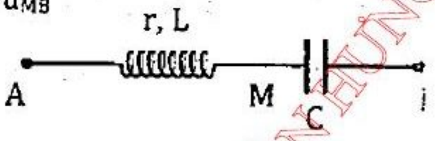
a) Lập biểu thức của các hiệu điện thế tức thời u_{AM} và u_{MB}. (Lấy $\sqrt{2} \approx 1,40$).

b) Cho biết cuộn dây có điện trở hoạt động $r = 7,0\Omega$. Hãy tính độ tự cảm của cuộn dây và điện dung của tụ điện.

Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch (Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,$

Bài giải

a) Biểu thức của các hiệu điện thế tức thời u_{AM} và u_{MB}



- Đoạn mạch AM:

Ta có:

$U^2 = U_r^2 + (U_L - U_C)^2 = (U_r^2 + U_L^2) + U_C^2 - 2U_LU_C$

$\Leftrightarrow U^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_LU_{MB}$ ($U_C = U_{MB}$; $U_r^2 + U_L^2 = U_{AM}^2$)

$$\Rightarrow U_L = \frac{U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - U^2}{2U_{MB}} = \frac{100^2 + 140^2 - (\frac{140}{\sqrt{2}})^2}{2.140} = 70V$$

và $U_r = \sqrt{U_{AM}^2 - U_L^2} = \sqrt{100^2 - 70^2} = 71,4V$

+ Độ lệch pha giữa u và i:

$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_r} = \frac{70 - 140}{71,4} \approx -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} = -0,785\text{rad}.$$

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + 0,785$

+ Độ lệch pha giữa u_{AM} và i: $\tan\varphi_{AM} = \frac{U_L}{U_r} = \frac{70}{71,4} \approx 1 \Rightarrow \varphi_{AM} = \frac{\pi}{4} = 0,785\text{rad}$.

$\Rightarrow fa(u_{AM}) = fa(i) + \varphi_{AM} = 314t + 0,785 + 0,785 = 314t + 1,57$

$\Rightarrow u_{AM} = 100\sqrt{2}\cos(314t + 1,57) = 141\cos(314t + 1,57)(V)$

- Đoạn mạch MB:

Ta có: $fa(u_{MB}) = fa(i) - \frac{\pi}{2} = 314t + 0,785 - 1,57 = 314t - 0,785.$

$\Rightarrow u_{MB} = 140\sqrt{2}\cos(314t - 0,785) = 196\cos(314t - 0,785)(V)$

Vậy: Biểu thức của các hiệu điện thế tức thời u_{AM} và u_{MB} là $u_{AM} = 141\cos(314t + 1,57)(V)$ và $u_{MB} = 196\cos(314t - 0,785)(V)$.

b) Độ tự cảm của cuộn dây và điện dung của tụ điện. Biểu thức cường độ tức thờ của dòng điện trong đoạn mạch

- Độ tự cảm của cuộn dây và điện dung của tụ điện

Ta có: $I = \frac{U_r}{r} = \frac{71,4}{7} \approx 10,2A$.

$\Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{70}{10,2} \approx 6,86\Omega$; $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{6,86}{314} \approx 0,022H$.

và $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{140}{10,2} \approx 13,73\Omega$; $C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{314.13,73} \approx 232.10^{-6}F$.

- Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch

Ta có: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{6,86 - 13,73}{7} \approx -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} = -0,785rad$.

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + 0,785$

$\Rightarrow i = 10\sqrt{2}\cos(314t + 0,785) = 14\cos(314t + 0,785)(A)$.

Vậy: Độ tự cảm của cuộn dây là 0,022H, điện dung của tụ điện là $232.10^{-6}F$ và biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch là :

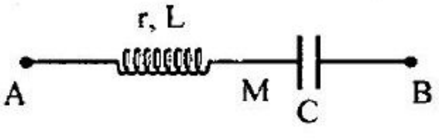
$i = 14\cos(314t + 0,785)(A)$.

2.22. Cho đoạn mạch xoay chiều sau (L = 31,8mH): Biết các hiệu điện thế tức thời giữa AM và giữa MB có biểu thức:

$$\begin{cases} u_{AM} = 141\cos 314t(V) \\ u_{MB} = 141\cos(314t - 2,09)(V) \approx 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{2\pi}{3})(V) \end{cases}$$

a) Tính điện trở của ống dây và điện dung của tụ điện.

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch.



Bài giải

a) Điện trở của ống dây và điện dung của tụ điện

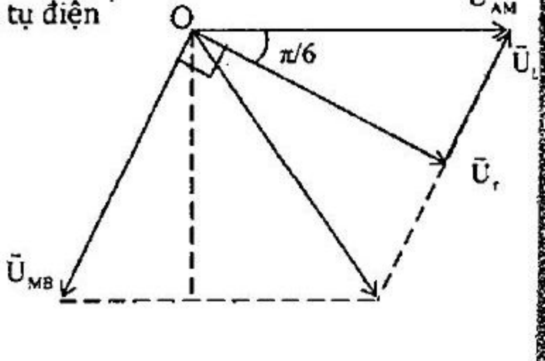
- Vẽ giản đồ vectơ:

$U_{AM} = U_{MB} = 100V$; $\bar{U}_r + \bar{U}_L = \bar{U}_{AM}$;

$\bar{U}_r \perp \bar{U}_L$; $(\bar{U}_{AM}, \bar{U}_{MB}) = \frac{2\pi}{3}rad$.

- Từ giản đồ, ta có:

$U_r = U_{AM}\cos\frac{\pi}{6} = 100.\frac{\sqrt{3}}{2} = 50\sqrt{3}V$.



$U_L = U_{AM}\sin\dfrac{\pi}{6} = 100.\dfrac{1}{2} = 50V$; $U_C = U_{MB} = 100V$.

$$\Leftrightarrow \begin{cases} Ir = 50\sqrt{3} \\ IZ_L = 50 \\ IZ_C = 100 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} r = 10\sqrt{3} = 17,3\Omega \\ I = 5A \\ Z_C = 20\Omega \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} r = 17,3\Omega \\ C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{1}{314.20} = 160.10^{-6}F \end{cases}$$

Vậy: Điện trở của ống dây là $17,3\,\Omega$ và điện dung của tụ điện là 160.10^{-6}F.

b) Biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch

Ta có: $fa(i) = fa(u_{MB}) + \dfrac{\pi}{2} = 314t - \dfrac{2\pi}{3} + \dfrac{\pi}{2} = 314t - 0,523$

$$U_0^2 = U_{0r}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2 = U_{0r}^2 + U_{0L}^2 + U_{0C}^2 - 2U_{0L}U_{0C}$$

$$\Leftrightarrow U_0^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{0L}U_{MB} = 141^2 + 141^2 - 2.50\sqrt{2}.141 = 141^2$$

$\Rightarrow U_0 = 141V$.

và $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{r} = \dfrac{10-20}{10\sqrt{3}} = -\dfrac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6} = -0,523rad$.

$\Rightarrow fa(u) = fa(i) + \varphi = 314t - 0,523 - 0,523 = 314t - 1,05$

$\Rightarrow u = 141\cos(314t - 1,05)$ (V)

Vậy: Biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch là :
$u = 141\cos(314t - 1,05)$ (V).

2.23. Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Cho biết hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện qua đoạn mạch lần lượt có biểu thức: $u = 80\cos(314t + 1,57)$(V) và $i = 8,0\cos(314t + 0,785)$(A).

a) Hai phần tử kể trên là các phần tử nào trong số 3 phần R, L, C? Giải thích.

b) Tính giá trị của mỗi phần tử.

Bài giải

a) Xác định các phần tử trong đoạn mạch

Ta có: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 1,57 - 0,785 = 0,785 > 0$.

Do đó, mạch điện trên gồm hai phần tử là R và L.

b) Giá trị của mỗi phần tử

Ta có: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} = \tan 0,785 = 1 \Rightarrow Z_L = R$ (1)

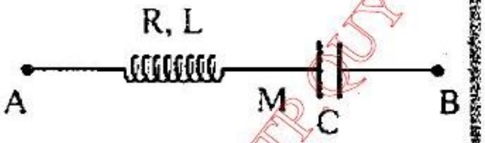
Mặt khác: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \dfrac{U_0}{I_0} = \dfrac{80}{8} = 10\Omega$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $Z_L = R = 7,07\,\Omega$ và $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{7,07}{314} = 0,022H$.

Vậy: Giá trị các phần tử của đoạn mạch là $R = 7,07\,\Omega$ và $L = 0,022H$.

2.24. Đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R, độ cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với nhau. Đoạn mạch được vào hiệu điện thế xoay chiều tần số góc ω. Cường độ hiệu dụng của dòng đi trong đoạn mạch là I = 0,20A.

Mặt khác, hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây, hai đầu tụ điện và đầu đoạn mạch lần lượt là 160V, 56V, 120V.



a) Tính điện trở hoạt động, cảm kháng của cuộn dây và dung kháng của tụ điện.

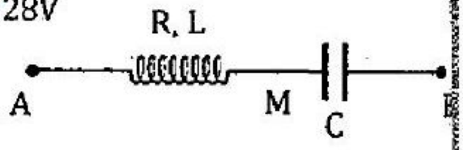
b) Thay đổi ω người ta thấy khi tần số góc có giá trị $\omega_0 = 250$rad/s thì cường dòng điện và hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha.
Tính L, C và ω.

Bài giải

a) Điện trở hoạt động, cảm kháng của cuộn dây và dung kháng của tụ điện

Ta có: $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = (U_R^2 + U_L^2) + U_C^2 - 2U_LU_C = U_d^2 + U_C^2 - 2U_LU_C$

$$\Rightarrow U_L = \frac{U_d^2 + U_C^2 - U^2}{2U_C} = \frac{160^2 + 56^2 - 120^2}{2.56} = 128V$$



và $U_R = \sqrt{U_d^2 - U_L^2} = \sqrt{160^2 - 128^2} = 96V$.

Từ đó: $R = \frac{U_R}{I} = \frac{96}{0,2} = 480\Omega$; $Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{128}{0,2} = 640\Omega$; $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{56}{0,2} = 280\Omega$

Vậy: Điện trở hoạt động, cảm kháng của cuộn dây và dung kháng của tụ điệ lần lượt là $480\,\Omega$, $640\,\Omega$ và $280\,\Omega$.

b) Tính L, C và ω khi u và i cùng pha

- Khi u và i cùng pha: φ = 0 (cộng hưởng): $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = 250^2$ (1)
- Mặt khác: $Z_L = \omega L$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \frac{L}{C} = Z_LZ_C = 640.280$ (2)
- Từ (1) và (2) ta có hệ:

$$\begin{cases} \frac{1}{LC} = 250^2 \\ \frac{L}{C} = 640.280 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = \sqrt{\frac{640.280}{250^2}} = 1,69H \\ C = \frac{1}{250^2L} = \frac{1}{250^2.1,69} = 9,46.10^{-6}F \end{cases}$$

và $\omega = \frac{640}{L} = \frac{640}{1,69} = 378$rad/s.

Vậy: Độ tự cảm của cuộn dây, điện dung của tụ điện và tần số góc ban đầu củ hiệu điện thế là 1,69H, $9,46.10^{-6}$F và 378rad/s.

2.25. Một cuộn dây có điện trở hoạt động R = 40Ω. Đặt vào hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U = 120V thì dòng điện có cường độ hiệu dụng I = 2,4A. Hãy tính:

a) Tổng trở của cuộn dây. Suy ra cảm kháng của nó.

b) Công suất và hệ số công suất.

Bài giải

a) Tổng trở và cảm kháng của cuộn dây

Ta có: $Z_d = \dfrac{U}{I} = \dfrac{120}{2,4} = 50\Omega$.

Mà $Z_d = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_L = \sqrt{Z_d^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\Omega$.

Vậy: Tổng trở và cảm kháng của cuộn dây là 50 Ω và 30 Ω.

b) Công suất và hệ số công suất

Ta có: $P = RI^2 = 40.2,4^2 = 230,4W$ và $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI} = \dfrac{230,4}{120.2,4} = 0,8$.

Vậy: Công suất và hệ số công suất là 230,4W và 0,8.

2.26. Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R = 50Ω, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 0,32H và tụ điện có điện dung C = 64μF mắc nối tiếp. Hiệu điện thế có tần số 50Hz và giá trị hiệu dụng U = 100V.

Hãy tính:

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch.

b) Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch và hệ số công suất.

(Lấy: $\pi = 3,14$; $\dfrac{1}{\pi} = 0,32$).

Bài giải

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch

Ta có: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

với $Z_L = 2\pi fL = 2\pi.50.0,32 = 100\Omega$; $Z_C = \dfrac{1}{2\pi fC} = \dfrac{1}{2\pi.50.64.10^{-6}} = 50\Omega$.

$\Rightarrow Z = \sqrt{50^2 + (100-50)^2} = 70,7\Omega$

$\Rightarrow I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{100}{70,7} = 1,41A$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch là 1,41A.

b) Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch và hệ số công suất

Ta có: $P = RI^2 = 50.1,41^2 = 100W$ và $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI} = \dfrac{100}{100.1,41} = 0,71$.

Vậy: Công suất và hệ số công suất là 100W và 0,71.

2.27. Cuộn tự cảm có điện trở hoạt động R = 20Ω. Đặt vào hiệu điện thế xoay chiề tần số 50Hz thì hệ số công suất của đoạn mạch là 0,80.

Hãy tính:

a) Độ tự cảm của cuộn dây.

b) Điện dung của tụ điện phải mắc nối tiếp với cuộn dây để hệ số công suất củ đoạn mạch bằng 1.

(Lấy $\frac{1}{\pi}$ = 0,32).

Bài giải

a) Độ tự cảm của cuộn dây

$$\text{Ta có: } \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \Rightarrow Z_L^2 = \frac{R^2}{\cos^2\varphi} - R^2 = \frac{20^2}{0{,}8^2} - 20^2 = 225$$

$$\Rightarrow Z_L = 15\,\Omega \text{ và } L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{15}{100\pi} = 0{,}048\text{H}$$

Vậy: Độ tự cảm của cuộn dây là 0,048H.

b) Điện dung của tụ điện

- Để $\cos\varphi = 1$, trong mạch phải có cộng hưởng: $\omega^2 = \frac{1}{LC}$.

$$\Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{0{,}048.(100\pi)^2} = 212.10^{-6}\text{C}.$$

Vậy: Để hệ số công suất của đoạn mạch bằng 1 thì phải mắc thêm tụ C = 212.10 nối tiếp vào mạch.

2.28. Đặt một cuộn dây dưới hiệu điện thế xoay chiều 120V tần số 50Hz thì côn suất tiêu thụ là P = 43,2W và cường độ dòng điện đo được 0,60A.

a) Tính điện trở hoạt động và độ tự cảm của cuộn dây. Suy ra hệ số công suất củ đoạn mạch.

b) Mắc nối tiếp với cuộn dây một tụ điện có điện dung C. Đoạn mạch có hệ số côn suất là 0,80. Tính C.

(Lấy: π = 3,14; $\frac{1}{\pi}$ = 0,318)

Bài giải

a) Điện trở hoạt động, độ tự cảm của cuộn dây và hệ số công suất của đoạn mạch

$$\text{Từ } P = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{43{,}2}{0{,}6^2} = 120\Omega \text{ và } Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{0{,}6} = 200\Omega$$

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{160}{100\pi} = 0{,}51\text{H} \quad \text{và } \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{120}{200} = 0{,}6.$$

Vậy: Điện trở hoạt động, độ tự cảm của cuộn dây và hệ số công suất của đoạn mạch lần lượt là $120\,\Omega$, 0,51H và 0,6.

b) Tính C khi hệ số công suất của đoạn mạch là 0,80

Ta có: $\cos\varphi' = \frac{R}{Z'} \Rightarrow Z' = \frac{R}{\cos\varphi'} = \frac{120}{0,8} = 150$.

$\Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 150^2$

$\Leftrightarrow Z_L - Z_C = \pm\sqrt{150^2 - R^2} = \pm\sqrt{150^2 - 120^2} = \pm 90$

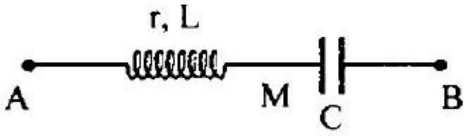
$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} Z_C = Z_L - 90 = 160 - 90 = 70\Omega \\ Z_C = Z_L + 90 = 160 + 90 = 250\Omega \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} C_1 = \dfrac{1}{7000\pi} = 45,5.10^{-6}F \\ C_2 = \dfrac{1}{25000\pi} = 12,74.10^{-6}F \end{array}\right.$$

Vậy: Để hệ số công suất của mạch là 0,8 phải mắc thêm tụ có điện dung $45,4.10^{-6}$F hoặc $12,74.10^{-6}$F.

2.29. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ: $r = 17,3\Omega$; $L = 63,6mH$; $C = 318\mu F$. Hiệu điện thế giữa AB có biểu thức $u = 141\cos 314t$(V).

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và tính công suất của đoạn mạch.

b) Ghép thêm vào tụ điện C một tụ điện C'. Công suất đoạn mạch vẫn như trước. Tính C' và định cách ghép. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong trường hợp này.



(Lấy: $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,318$; $\sqrt{3} = 1,73$; $\sqrt{2} = 1,41$)

Bài giải

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và tính công suất của đoạn mạch

Ta có: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{r}$, với $Z_L = \omega L = 314.63,6.10^{-3} = 20\,\Omega$;

$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314.318.10^{-6}} = 10\Omega$

$\Rightarrow \tan\varphi = \frac{20 - 10}{17,3} = 0,577 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6} = 0,523$rad.

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t - 0,523$

$Z = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{17,3^2 + (20-10)^2} = 20\,\Omega \Rightarrow I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{141}{20} = 7,07A$

$\Rightarrow i = 7,07\cos(314t - 0,523)$(A) và $P = UI\cos\varphi = 100.5.\frac{\sqrt{3}}{2} = 433W$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện là 7,07cos(314t – 0,523)(A) v công suất của đoạn mạch là 433W.

b) Biểu thức cường độ tức thời khi ghép thêm C'

- Khi ghép thêm C', $P' = P \Leftrightarrow I' = I \Leftrightarrow Z' = Z$.

  $\Leftrightarrow r^2 + (Z_L - Z_C)^2 = r^2 + (Z_L - Z_C^*)^2$ (Z_C^* là dung kháng tương đương của C và C')

  $\Leftrightarrow Z_L - Z_C = \pm(Z_L - Z_C^*)$

  $\Leftrightarrow Z_L - Z_C = -Z_L + Z_C^*$ (loại trường hợp mang dấu + vì lúc đó $Z_C^* = Z_C$)

  $\Rightarrow Z_C^* = 2Z_L - Z_C = 40 - 10 = 30\,\Omega$

  Vì $Z_C^* > Z_C$ nên C' mắc nối tiếp với C và $Z_{C'} = Z_C^* - Z_C = 30 - 10 = 20\,\Omega$.

  $$\Rightarrow C' = \frac{1}{\omega Z_{C'}} = \frac{1}{314.20} = 0{,}159.10^{-6}\text{F}$$

- Biểu thức cường độ tức thời khi ghép thêm C'

  Ta có: $\tan\varphi' = \dfrac{Z_L - Z_C^*}{r} = \dfrac{20-30}{17{,}3} = -\dfrac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi' = -\dfrac{\pi}{6} = -0{,}523\text{rad}$.

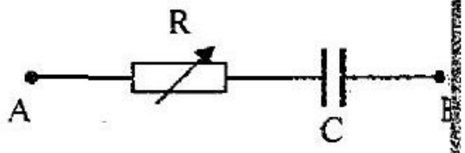
  $\Rightarrow fa(i') = fa(u) - \varphi' = 314t + 0{,}523 \Rightarrow i' = 7{,}07\cos(314t + 0{,}523)(A)$

  Vậy: Để công suất mạch vẫn như cũ, ta phải ghép thêm C' = 0,159.10⁻⁶F nối tiế với C, lúc đó biểu thức cường độ tức thời là i' = 7,07cos(314t + 0,523)(A).

2.30. Cho đoạn mạch sau: C = 31,8μF, $u_{AB} = 141\cos314t$(V). Khi thay đổi giá trị củ biến trở, với hai giá trị R_1 và R_2 ($R_2 \neq R_1$) công suất của đoạn mạch đều bằ nhau.

a) Hãy tính tích $R_1.R_2$ của hai giá trị biến trở.

b) Đặt φ_1, φ_2 lần lượt là độ lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với dòng điện tươ ứng với các giá trị R_1, R_2. Cho biết $\varphi_1 = 2\varphi_2$.



- Hãy xác định R_1, R_2 và công suất của đoạn mạch.
- Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong cả hai trường hợp.

(Lấy: $\pi = 3{,}14$; $\dfrac{1}{\pi} = 0{,}318$; $\sqrt{2} = 1{,}41$).

Bài giải

a) Tích $R_1.R_2$ của hai giá trị biến trở

Ta có: $P = RI^2 = R.\dfrac{U^2}{R^2 + Z_C^2} \Leftrightarrow PR^2 - U^2R + PZ_C^2 = 0$

Với U, Z_C = const; P = const ứng với hai giá trị R_1 và R_2 có tích thỏa mãn định

Viet: $R_1R_2 = \dfrac{PZ_C^2}{P} = Z_C^2 \Leftrightarrow R_1R_2 = Z_C^2 = \left(\dfrac{1}{\omega C}\right)^2 = \left(\dfrac{1}{314.31{,}8.10^{-6}}\right)^2 = 10^4(\Omega^2)$

Vậy: Tích $R_1.R_2$ của hai giá trị biến trở là $10^4(\Omega^2)$.

Trường hợp $\varphi_1 = 2\varphi_2$

Xác định R_1, R_2 và công suất của đoạn mạch

Ta có: $\tan\varphi_1 = -\dfrac{Z_C}{R_1}$; $\tan\varphi_2 = -\dfrac{Z_C}{R_2} \Rightarrow \tan\varphi_1.\tan\varphi_2 = \dfrac{Z_C^2}{R_1R_2} = 1$

Đặt $t = \tan\varphi_2$, $\tan\varphi_1 = \tan2\varphi_2 = \dfrac{2t}{1-t^2}$ ta có:

$$\frac{2t^2}{1-t^2} = 1 \Leftrightarrow 2t^2 = 1 - t^2 \Rightarrow t = \pm\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{6}\text{rad và } \varphi_1 = -\frac{\pi}{3}\text{rad}$$

$$\Rightarrow R_1 = -\frac{Z_C}{\tan\varphi_1} = -\frac{Z_C}{\tan(-\frac{\pi}{3})} = -\frac{100}{(-\sqrt{3})} = 57{,}8\,\Omega$$

$$\text{và } R_2 = -\frac{Z_C}{\tan\varphi_2} = -\frac{Z_C}{\tan(-\frac{\pi}{6})} = -\frac{100}{(-\frac{1}{\sqrt{3}})} = 173\,\Omega$$

Công suất của mạch: $P = R_1I^2 = R_1.\dfrac{U^2}{R_1^2 + Z_C^2} = 57{,}8.\dfrac{100^2}{57{,}8^2 + 100^2} = 43{,}3\text{W}$.

Vậy: Giá trị R_1, R_2 là $57{,}8\,\Omega$ và $173\,\Omega$; công suất tiêu thụ của mạch là 43,3W.

Biểu thức cường độ tức thời trong hai trường hợp

+ Trường hợp 1: $R_1 = 57{,}8\,\Omega$:

Ta có: $\varphi_1 = -\dfrac{\pi}{3} = -1{,}05\text{rad} \Rightarrow fa(i_1) = fa(u) - \varphi_1 = 314t + 1{,}05$

và $I_{01} = \dfrac{U_0}{Z_1} = \dfrac{U_0}{\sqrt{R_1^2 + Z_C^2}} = \dfrac{141}{\sqrt{57{,}8^2 + 100^2}} = 1{,}2\text{A}$

$\Rightarrow i_1 = 1{,}2\cos(314t + 1{,}05)(\text{A})$

+ Trường hợp 2: $R_2 = 173\,\Omega$:

Ta có: $\varphi_2 = -\dfrac{\pi}{6} = -0{,}523\text{rad}$

$\Rightarrow fa(i_2) = fa(u) - \varphi_2 = 314t + 0{,}523$

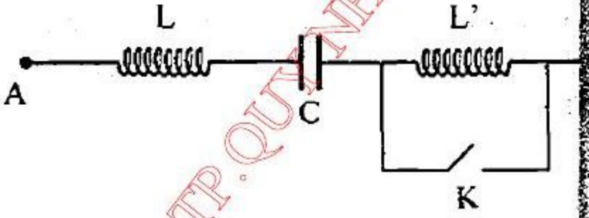
và $I_{02} = \dfrac{U_0}{Z_2} = \dfrac{U_0}{\sqrt{R_2^2 + Z_C^2}} = \dfrac{141}{\sqrt{173^2 + 100^2}} = 0{,}7\text{A}$

$\Rightarrow i_2 = 0{,}7\cos(314t + 0{,}523)(\text{A})$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời trong hai trường hợp là

$i_1 = 1{,}2\cos(314t + 1{,}05)(\text{A})$ và $i_2 = 0{,}7\cos(314t + 0{,}523)(\text{A})$.

2.31. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: C = 159μF; u_{AB} = 141cos314t(V); L: cuộn tự cảm có điện trở hoạt động r = 17,3Ω và độ tự cảm L = 31,8mH; L': cuộn tự cảm khác.



a) Khóa K đóng. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện. Tính công s của đoạn mạch.

b) Mở khóa K. Hệ số công suất của đoạn mạch không đổi nhưng công suất g một nửa. Lập biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn L'.

(Lấy: $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,318$; $\sqrt{3} = 1,73$; $\sqrt{2} = 1,41$)

Bài giải

a) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và công suất của đoạn mạch kh đóng

- Khi K đóng, mạch gồm [(L, r), C]:

Ta có: $Z_L = \omega L = 314.31,8.10^{-3} = 10\,\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314.159.10^{-6}} = 20\,\Omega$.

$$\Rightarrow \tan\varphi_1 = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{10-20}{17,3} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{\pi}{6} = -0,523\text{rad}$$

$$\Rightarrow \text{fa}(i_1) = \text{fa}(u) - \varphi_1 = 314t + 0,523$$

$$\text{và } I_{01} = \frac{U_{01}}{Z_1} = \frac{U_{01}}{\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{141}{\sqrt{17,3^2 + (10-20)^2}} = 7,07\text{A}$$

$$\Rightarrow i_1 = 7,07\cos(314t + 0,523)(\text{A})$$

- Công suất của mạch: $P_1 = rI_1^2 = 17,3.(\frac{7,07}{\sqrt{2}})^2 = 433\text{W}$.

Vậy: Khi K đóng, biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và công suất đoạn mạch là $i_1 = 7,07\cos(314t + 0,523)$(A) và $P_1 = 433$W.

b) Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn L' khi K mở

- Khi K mở, mạch gồm: [(r, L), C, (r, L')]:

- Theo đề: $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1 \Leftrightarrow \frac{2r}{\sqrt{(2r)^2 + [(Z_L + Z_{L'}) - Z_C]^2}} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

$$\Leftrightarrow 4r^2 + [(Z_L + Z_{L'}) - Z_C]^2 = 4[r^2 + (Z_L - Z_C)^2]$$

$$\Leftrightarrow (Z_L + Z_{L'} - Z_C)^2 = 4(Z_L - Z_C) = 4.(10-20)^2 = 400$$

$$\Leftrightarrow (Z_{L'} + 10 - 20)^2 = (2.10)^2 \Leftrightarrow Z_{L'} - 10 = \pm 20$$

$$\Rightarrow Z_{L'} = 30\,\Omega.$$

Mặt khác, $P_2 = \frac{1}{2}P_1 \Leftrightarrow 2rI_2^2 = \frac{1}{2}rI_1^2 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{2}I_1$.

$\Leftrightarrow I_{02} = \frac{1}{2}I_{01} = \frac{1}{2}.7{,}07 = 3{,}535A$

$U_{0d'} = I_{02}.\sqrt{r^2+Z_{L'}^2} = 3{,}535.\sqrt{17{,}3^2+30^2} = 122{,}5V$

và $\varphi_{d'} = \varphi_{u',i'} + \varphi_{i',u}$, với: $\tan\varphi_{u',i'} = \frac{Z_L'}{r'} = \frac{30}{17{,}3} = 1{,}73 \Rightarrow \varphi_{u',i'} = \frac{\pi}{3}$

$\tan\varphi_{u,i'} = \frac{(Z_L'+Z_L)-Z_C}{r+r'} = \frac{30+10-20}{2.17{,}3} = 0{,}587 \Rightarrow \varphi_{u,i'} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \varphi_{i,u'} = -\frac{\pi}{6}$

$\Rightarrow \varphi_{d'} = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} = 0{,}523\text{rad}$

$\Rightarrow fa(u_{d'}) = fa(i) + \varphi_{d'} = 314t + 0{,}523$

$\Rightarrow u_{d'} = 122{,}5\cos(314t + 0{,}523)(V)$

Vậy: Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn L' khi K mở là:

$u_{d'} = 122{,}5\cos(314t + 0{,}523)(V)$.

32. Một đoạn mạch xoay chiều mắc nối tiếp gồm: Điện trở thuần $R = 200\Omega$; cuộn thuần cảm $L = 0{,}636H \approx \frac{2{,}00}{\pi}H$; tụ điện có điện dung C_x thay đổi.

Tần số của dòng điện là $f = 50Hz$ và hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là $U = 300V$.

Cho $C_x = 63{,}6\mu F \approx \frac{2{,}00}{\pi}\mu F$. Hãy tính tổng trở của đoạn mạch và $\tan\varphi$.

Tính giá trị của C_x để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch có giá trị lớn nhất.

Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu của mỗi phần tử kể trên khi này.

Bài giải

Tính tổng trở của đoạn mạch và $\tan\varphi$

Ta có: $Z_L = 2\pi fL = 2\pi.50.\frac{2}{\pi} = 200\Omega$;

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi.50.\frac{2.10^{-4}}{\pi}} = 50\Omega$$

$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2} = \sqrt{200^2+(200-50)^2} = 250\Omega$.

và $\tan\varphi = \frac{Z_L-Z_C}{R} = \frac{200-50}{200} = 0{,}75$

Vậy: Tổng trở của đoạn mạch là 250Ω và $\tan\varphi = 0{,}75$.

b) Giá trị của C_x để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch có giá lớn nhất và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu của mỗi phần tử trên

- Khi $I = I_{max}$ (cộng hưởng) $\Leftrightarrow Z_{C'} = Z_L = 200\,\Omega$.

$$\Rightarrow C' = \frac{1}{2\pi f Z_{C'}} = \frac{1}{2\pi.50.200} = 15{,}9.10^{-6}F$$

- Lúc đó: $I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{300}{200} = 1{,}5A.$

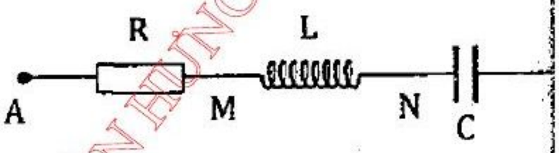
và $U_L = I_{max}Z_L = 1{,}5.200 = 300V = U_C$; $U_R = U = 300V$.

Vậy: Để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch có giá trị lớn n thì $C' = 15{,}9.10^{-6}F$ và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử khi đều là 300V.

2.33. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: $R = 50{,}0\Omega$ (điện trở thuần); $L = 0{,}318$

$\frac{1}{\pi}H$ (cuộn thuần cảm);

$C = 31{,}8\mu F \approx \frac{100}{\pi}\mu F$; $U_{AB} = 120V$.



Tần số f của dòng điện trong mạch có thể thay đổi.

a) Tính f để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại.

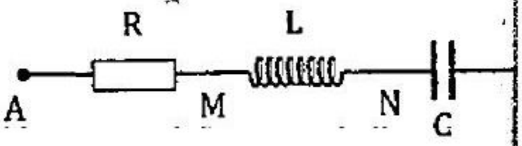
b) Tính U_{AM}, U_{MN}, U_{NB} và U_{MB} trong điều kiện của câu a.

Bài giải

a) Giá trị của f để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại

- Để $I = I_{max} \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 f^2 = \frac{1}{LC}$.

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi}.\frac{10^{-4}}{\pi}}} = 50Hz$$



Vậy: Để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại thì f = 50Hz.

b) Tính U_{AM}, U_{MN}, U_{NB} và U_{MB} khi f = 50Hz

- Khi f = 50Hz thì $I = I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{120}{50} = 2{,}4A \Rightarrow U_{AM} = U_R = U = 120V$.

$U_{MN} = IZ_L = 2{,}4.(100\pi.\frac{1}{\pi}) = 240V = U_{NB}$.

$U_{MB} = |U_{MN} - U_{NB}| = 0$

Vậy: Khi cộng hưởng thì $U_{AM} = 120V$; $U_{MN} = U_{NB} = 240V$ và $U_{MB} = 0$.

2.34. Cuộn dây có độ tự cảm L = 0,100H và điện trở hoạt động $R = 2{,}00\Omega$ đ mắc nối tiếp với một tụ điện. Đoạn mạch được đặt vào nguồn xoay chiều có số 50Hz.

a) Điện dung của tụ điện phải là bao nhiêu để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn dây có giá trị lớn nhất?

b) Nếu tụ điện chỉ chịu được hiệu điện thế không quá 396V thì hiệu điện thế hiệu dụng đặt vào toàn mạch phải là bao nhiêu để tụ điện không bị hỏng?

Bài giải

a) Điện dung của tụ điện

- Để $I = I_{max} \Leftrightarrow \omega^2 = \dfrac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 f^2 = \dfrac{1}{LC}$.

$$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 50^2.0,1} = 10^{-4}\text{F}$$

Vậy: Để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn dây có giá trị lớn nhất thì $C = 10^{-4}$F.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng đặt vào toàn mạch để tụ điện không bị hỏng

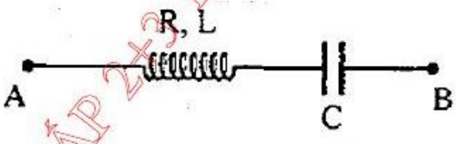
Ta có: $U_{Cmax} \Leftrightarrow I_{max} \Leftrightarrow Z_C = Z_L = \omega L = 100\pi.0,1 = 31,4\Omega$; $Z = R = 2\Omega$.

Vì đoạn mạch nối tiếp nên:

$$\frac{U_{max}}{U_{Cmax}} = \frac{R}{Z_C} \Rightarrow U_{max} = U_{Cmax}.\frac{R}{Z_C} \Rightarrow U_{max} = 396.\frac{2}{31,4} = 25,2\text{V}$$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng đặt vào toàn mạch để tụ điện không bị hỏng là $U \le 25,2$V.

2.35. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây (f = 50Hz): Điện dung C có giá trị sao cho cường độ hiệu dụng trong mạch đạt cực đại và bằng 2,00A.



Tính giá trị của R, L, C nếu:

a) Các hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện lần lượt là $U_1 = 100$V và $U_2 = 60$V.

b) Các hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch lần lượt là $U_1 = 200$V và $U_2 = 120$V.

Bài giải

a) Khi $U_1 = 100$V và $U_2 = 60$V

- Khi $I = I_{max}$ (cộng hưởng) thì: $U_L = U_C = U_2 = 60$V; $U_R = U$.

- Mà: $U_R = \sqrt{U_d^2 - U_L^2} = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80$V.

Từ đó: $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{80}{2} = 40\Omega$.

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{60}{2} = 30\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{30}{2\pi.50} = 0,096\text{H}$$

và $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{60}{2} = 30\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f.Z_C} = \frac{1}{2\pi.50.30} = 106.10^{-6}F.$

Vậy: Khi $U_1 = 100V$ và $U_2 = 60V$ thì $R = 40\,\Omega$; $L = 0{,}096H$ và $C = 106.10^{-6}F$.

b) Khi $U_1 = 200V$ và $U_2 = 120V$

- Khi $I = I_{max}$ (cộng hưởng) thì: $U_R = U_2 = 120V$; $U_d = U_1 = 200V$.
- Mà: $U_L = \sqrt{U_d^2 - U_R^2} = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160V = U_C$.

Từ đó: $R = \frac{U_R}{I} = \frac{120}{2} = 60\Omega$.

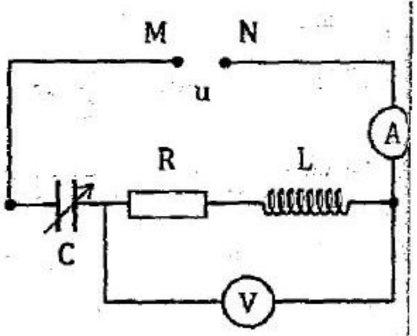
$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{160}{2} = 80\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{80}{2\pi.50} = 0{,}255H$

và $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{160}{2} = 80\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f.Z_C} = \frac{1}{2\pi.50.80} = 40.10^{-6}F.$

Vậy: Khi $U_1 = 200V$ và $U_2 = 120V$ thì $R = 60\,\Omega$; $L = 0{,}255H$ và $C = 40.10^{-6}F$.

2.36. Cho đoạn mạch xoay chiều *sau* đây: R: điện trở thuần; $L = 1{,}27H \approx \frac{4{,}00}{\pi}H$ (cuộn thuần cảm); C: điện dung thay đổi của một tụ điện; $f = 50Hz$; $U = 126V$.

Khi điều chỉnh C, số chỉ của V có giá trị cực đại là 210V.



a) Tính các giá trị của R và C.

b) Xác định số chỉ của ampe kế A.

(Bỏ qua tổng trở của A và dòng điện qua V).

Bài giải

a) Tính các giá trị của R và C

Ta có: $U_{RL} = I\sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.\sqrt{R^2 + Z_L^2}$.

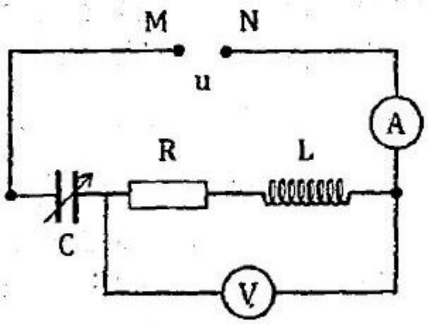
Vì U, R và L không đổi nên $U_{RL(max)}$ khi $Z_C = Z_L = 2\pi fL = 2\pi.50.\frac{4}{\pi} = 400\,\Omega$.

$\Rightarrow C = \frac{1}{2\pi fZ_C} = \frac{1}{2\pi.50.400} = 8.10^{-6}F$

Lúc đó: $U_{RL} = \frac{U}{R}.\sqrt{R^2 + Z_L^2}$

$\Leftrightarrow RU_{RL} = U.\sqrt{R^2 + Z_L^2}$

$\Leftrightarrow R^2U_{RL}^2 = U^2R^2 + U^2Z_L^2$



$\Leftrightarrow R^2(U_{RL}^2 - U^2) = U^2Z_L^2$

$$\Rightarrow R = \frac{UZ_L}{\sqrt{U_{RL}^2 - U^2}} = \frac{126.400}{\sqrt{210^2 - 126^2}} = 300\,\Omega$$

Vậy: Giá trị của R và C là $300\,\Omega$ và 8.10^{-6}F.

b) Số chỉ của ampe kế A

Vì $Z_L = Z_C$ nên trong mạch có cộng hưởng: $I = I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{126}{300} = 0{,}42A$.

Vậy: Số chỉ của ampe kế A là 0,42A.

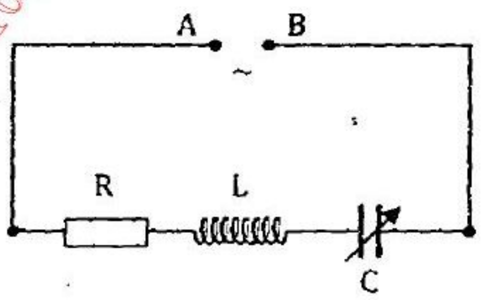
237. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: R: điện trở thuần; $L = \frac{1}{\pi}$ H: độ tự cảm của một cuộn thuần cảm; C: điện dung thay đổi của một tụ điện. Hiệu điện thế giữa AB có biểu thức: $u = 200\cos 314t(V) \approx 200\cos 100\pi t(V)$.

a) Khi $C = 15{,}9\mu F \approx \frac{10^{-4}}{2\pi}F$, dòng điện i nhanh pha hơn hiệu điện thế u góc $\frac{\pi}{4}$.

Tính R, lập biểu thức của i và tính công suất P tiêu thụ của đoạn mạch.

b) Tính C để công suất tiêu thụ của đoạn mạch lớn nhất. Vẽ phác dạng đồ thị của P theo C.

c) Tính C để $P \le \frac{1}{2}P_{max}$.



Bài giải

a) Tính R, lập biểu thức của i và tính công suất P tiêu thụ của đoạn mạch

Tính R: Vì i nhanh pha hơn u nên $\varphi = -\frac{\pi}{4}$ rad, do đó: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -1$.

$\Rightarrow Z_L - Z_C = -R \Rightarrow R = Z_C - Z_L$

với: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1}{\pi} = 100\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{2\pi}} = 200\Omega$.

$\Rightarrow R = 200 - 100 = 100\,\Omega$

Biểu thức của i:

$$\text{Ta có: } I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{200}{\sqrt{100^2 + (100 - 200)^2}} = 1{,}41A.$$

và $fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + \frac{\pi}{4} = 314t + 0{,}785$

$\Rightarrow i = 1{,}41\cos(314t + 0{,}785)(A)$

- Công suất tiêu thụ: $P = RI^2 = 100.1^2 = 100W$.

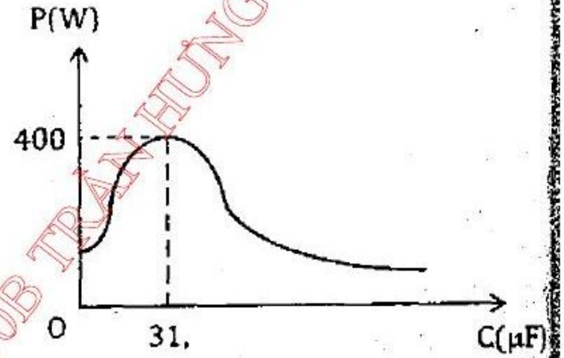
  Vậy: Giá trị của R bằng $100\,\Omega$, biểu thức của i là $i = 1,41\cos(314t + 0,785)$(A
  và công suất tiêu thụ của đoạn mạch là 100W.

b) Tính C để công suất tiêu thụ của đoạn mạch lớn nhất. Vẽ phác dạng đồ thị của
theo C

Ta có: $P = RI^2 \Rightarrow P = P_{max} \Leftrightarrow I = I_{max}$ (cộng hưởng)

$$\Leftrightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(100\pi)^2.\frac{1}{\pi}} = 31,8.10^{-6}F$$

Vậy: Để công suất tiêu thụ của đoạn mạch lớn nhất thì $C = 31,8.10^{-6}F$. Dạng đ
thị như hình vẽ.



c) Giá trị của C để $P \le \frac{1}{2}P_{max}$

Ta có: $P \le \frac{1}{2}P_{max} \Leftrightarrow R\frac{U^2}{Z^2} \le \frac{1}{2}.R\frac{U^2}{R^2}$

$(I_{max} = \frac{U}{R})$

$\Rightarrow Z^2 \ge 2R^2 \Leftrightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 \ge 2R^2$

$\Leftrightarrow (Z_L - Z_C)^2 \ge R^2 \Leftrightarrow -R \ge Z_L - Z_C \ge R$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_C \ge Z_L + R = 100 + 100 = 200\Omega \\ Z_C \le Z_L - R = 100 - 100 = 0 \text{ (vô lí)} \end{array}\right.$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{100\pi C} \ge 200 \Rightarrow C \le \frac{1}{20000\pi} = 15,9.10^{-6}F$$

Vậy: Để $P \le \frac{1}{2}P_{max}$ thì $C \le 15,9.10^{-6}F$.

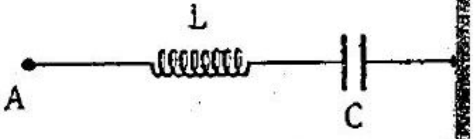
2.38. Cho đoạn mạch xoay chiều sau: L: hệ số tự cảm của cuộn dây; C: điện du
của tụ điện; f: tần số dòng điện.

Đo hiệu điện thế bằng một vôn kế có điện trở rất lớn ta được: $U_{AB} = 37,5$
$U_d = 50,0V$; $U_C = 17,5V$.

a) Giải thích tại sao $U_{AB} \ne U_d + U_C$ và có thể kết luận cuộn dây có điện trở đáng k

b) Đo cường độ dòng điện trong mạch bằng một ampe kế có điện trở không đáng kể ta được I = 0,10A. Tính tổng trở của cuộn dây, của tụ điện và của đoạn mạch.

c) Khi tần số f thay đổi tới giá trị $f_m = 330Hz$ thì cường độ dòng điện trong mạch cực đại. Tính L, C và f đã sử dụng ở trường hợp đầu.



Bài giải

Giải thích tại sao $U_{AB} \neq U_d + U_C$

Ta có: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_d + \vec{U}_C$. Vì u_d và u_C không cùng pha (hay $\vec{U}_d, \vec{U}_C$ không cùng hướng) nên:

$U_{AB} \neq U_d + U_C$

Mặt khác: $U_{AB} \neq |U_d - U_L|$ nên cuộn dây có điện trở (cuộn dây không thuần cảm).

Tổng trở của cuộn dây, của tụ điện và của đoạn mạch

Ta có: $Z = \dfrac{U_{AB}}{I} = \dfrac{37,5}{0,1} = 375\Omega$.

$$Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{17,5}{0,1} = 175\Omega\ ;\ Z_d = \frac{U_d}{I} = \frac{50}{0,1} = 500\Omega$$

Vậy: Tổng trở của cuộn dây, của tụ điện và của đoạn mạch là 500Ω, 175Ω và 375Ω.

Tính L, C và f ban đầu

Khi $I = I_{max} \Leftrightarrow \omega_m^2 = \dfrac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 f_m^2 = \dfrac{1}{LC}$.

$$\Rightarrow LC = \frac{1}{4\pi^2 f_m^2} = \frac{1}{4\pi^2.330^2} = 0,2328.10^{-6} \qquad (1)$$

Mặt khác, $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + U_L^2 + U_C^2 - 2U_LU_C$

$\Leftrightarrow U^2 = U_d^2 + U_C^2 - 2U_LU_C$

$$\Rightarrow U_L = \frac{U_d^2 + U_C^2 - U^2}{2U_C} = \frac{50^2 + 17,5^2 - 37,5^2}{2.17,5} = 40V \Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{40}{0,1} = 400\Omega$$

$$\Rightarrow Z_LZ_C = \omega L.\frac{1}{\omega C} = \frac{L}{C} \Rightarrow \frac{L}{C} = 400.175 = 70000 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $L = 0,128H$; $C = 1,82.10^{-6}F$.

và $f = \dfrac{Z_L}{2\pi L} = \dfrac{400}{2.3,14.0,128} = 497,6Hz$.

Vậy: Giá trị của L, C và f lúc đầu là 0,128H, $1,82.10^{-6}$F và 497,6Hz.

39. Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$, cuộn dây thuần cảm $L = 0,318H \approx \dfrac{1,00}{\pi}H$ và tụ điện $C = 31,8\mu F = \dfrac{1,00}{\pi}\mu F$ mắc nối tiếp vào nguồn xoay chiều $u = 170\cos\omega t(V) \approx 120\sqrt{2}\cos\omega t(V)$.

Tần số góc ω của dòng điện thay đổi được.

Khi $\omega = \omega_0$ thì công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch cực đại. Tính ω_0 và P_{max}. Vẽ phác dạng đồ thị của P theo ω.

b) Chứng minh rằng có hai giá trị khác nhau của tần số góc ω_1 và ω_2 ứng với cù một giá trị P của công suất đoạn mạch ($P < P_{max}$). Tìm hệ thức liên hệ giữa ω_2 và ω_0 độc lập với các đại lượng khác.

Bài giải

a) Tính ω_0, P_{max} và vẽ phác dạng đồ thị của P theo ω

Ta có: $P = RI^2 \Rightarrow P_{max} \Leftrightarrow I_{max}$ (cộng hưởng).

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\pi}.\frac{10^{-4}}{\pi}}} = 100\pi(rad/s) \text{ và } P_{max} = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{100} = 144W.$$

Vậy: Giá trị của ω_0 và P_{max} là 100π (rad/s) và 144W.

b) Chứng minh rằng có hai giá trị khác nhau của tần số góc ω_1 và ω_2 ứng với cù một giá trị P của công suất đoạn mạch ($P < P_{max}$)

- Ta có:

$$+ \quad \text{Với } \omega_1: P_1 = RI_1^2 = R.\frac{U^2}{Z_1^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + (\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C})^2} \qquad (1)$$

$$+ \quad \text{Với } \omega_2: P_2 = RI_2^2 = R.\frac{U^2}{Z_2^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + (\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C})^2} \qquad (2)$$

- Khi $P_1 = P_2 \Leftrightarrow R^2 + (\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C})^2 = R^2 + (\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C})^2$

$$\Rightarrow (\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}) = \pm(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C})$$

$$\Rightarrow (\omega_1 \pm \omega_2)L = \frac{1}{C}(\frac{1}{\omega_1} \pm \frac{1}{\omega_2}) = \frac{1}{C}.\frac{\omega_1 \pm \omega_2}{\omega_1\omega_2} \Rightarrow \omega_1 \neq \omega_2$$

- Hệ thức liên hệ giữa ω_1, ω_2 và ω_0 độc lập với các đại lượng khác

Từ hệ thức trên, ta có: $\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} = \omega_0^2$ (ω_0 là tần số góc của dòng điện cộng hưởng)

Vậy: Có hai giá trị khác nhau của tần số góc ω_1 và ω_2 ứng với cùng một giá t và hệ thức giữa chúng là $\omega_1\omega_2 = \omega_0^2$.

2.40. Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm 0,318H $\approx \frac{1,00}{\pi}$H và tụ điện C = 79,5μF $\approx \frac{10^{-3}}{4\pi}$F mắc nối tiếp vào nguồn x chiều $u = 170\cos 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$. Điện trở R thay đổi được:

a) Xác định R để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại. Tính cường độ cực đại này.

b) Với $R = R_0$, công suất P tiêu thụ bởi đoạn mạch đạt cực đại. Tính R_0 và P_{max}. Vẽ phác đồ thị của P theo R.

c) Chứng minh rằng có hai giá trị phân biệt R_1, R_2 của điện trở ứng với cùng một giá trị công suất P của đoạn mạch ($P < P_{max}$) và các giá trị R_1, R_2 thỏa các hệ thức: $\begin{cases} R_1R_2 = R_0^2 \\ R_1 + R_2 = \dfrac{2P_{max}}{P}.R_0 \end{cases}$

Bài giải

a) Xác định R để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại và tính cường độ cực đại này

Ta có: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}}$.

Vì U, L, C và ω không đổi nên $I = I_{max}$ khi $R = 0$.

Lúc đó: $I = \dfrac{U}{\sqrt{(\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}} = \dfrac{U}{|\omega L - \dfrac{1}{\omega C}|} = \dfrac{120}{|314.0,318 - \dfrac{1}{314.79,5.10^{-6}}|} = 2A$.

Vậy: Giá trị của R để để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại là R = 0 và lúc đó $I_{max} = 2A$.

b) Tính R_0 và P_{max}, vẽ phác đồ thị của P theo R

Ta có: $P = RI^2 = R.\dfrac{U^2}{Z^2} = R.\dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$

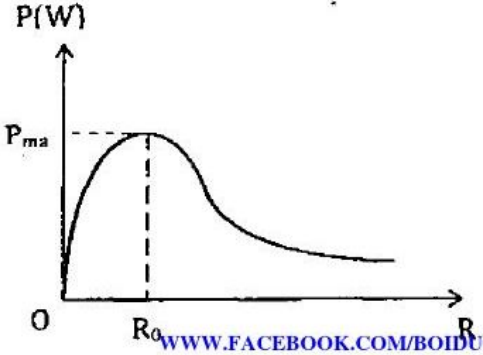
Từ đó: $P = P_{max} \Leftrightarrow MS = [R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}]_{min} \Rightarrow R = R_0 = |Z_L - Z_C|$

$\Rightarrow R_0 = \left|\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right| = \left|314.0,318 - \dfrac{1}{314.79,5.10^{-6}}\right| = 60\Omega$

và $P_{max} = \dfrac{U^2}{2R} = \dfrac{120^2}{2.60} = 120W$

Vậy: Giá trị của R_0 và P_{max} là $60\,\Omega$ và 120W.

- Vẽ phác đồ thị của P theo R (hình vẽ)



c) Chứng minh các hệ thức:

$$\begin{cases} R_1R_2 = R_0^2 \\ R_1 + R_2 = \dfrac{2P_{max}}{P}.R_0 \end{cases}$$

Ta có:

$$P = RI^2 = R.\frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{RU^2}{R^2 + R_0^2}$$

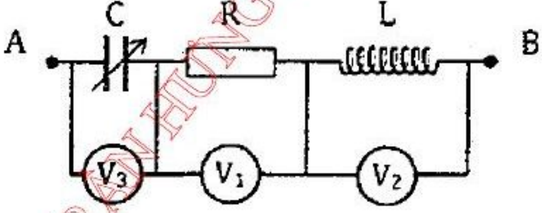
$$\Leftrightarrow PR^2 - U^2R + PR_0^2 = 0$$

Gọi R_1, R_2 là hai nghiệm của phương trình trên, theo định lí Viet ta có:

$$\begin{cases} R_1R_2 = R_0^2 \\ R_1 + R_2 = \dfrac{U^2}{P} = \dfrac{2P_{max}}{P}.R_0 \end{cases}$$

Vậy: Các hệ thức đã được chứng minh.

2.41. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: $R = 80,0\Omega$; $L = 0,191H \approx \frac{0,600}{\pi}H$ (thuần cảm); C: điện dung biến thiên của một tụ điện.



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức: $u = 340\cos314t(V) \approx 240\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

Khi thay đổi C, hãy tính số chỉ cực đại của mỗi vôn kế và giá trị điện dung C ứng với các số chỉ cực đại này.

Coi các vôn kế đều có điện trở trong rất lớn.

Bài giải

- Khi số chỉ V_1 cực đại: $U_R = IR$ cực đại $\Leftrightarrow I = I_{max}$ (cộng hưởng).

$$\Rightarrow Z_C = Z_L = \omega L = 314.0,191 = 60\,\Omega$$

$$\Rightarrow C = C_1 = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{314.60} = 53.10^{-6}F$$

và $U_R = U = 240V$.

Vậy: Khi số chỉ V_1 cực đại thì $C = 53.10^{-6}F$ và số chỉ V_1 là 240V.

- Khi số chỉ V_2 cực đại: $U_L = IZ_L$ cực đại $\Leftrightarrow I = I_{max}$ (cộng hưởng).

$$\Rightarrow Z_C = Z_L = \omega L = 314.0,191 = 60\,\Omega$$

$$\Rightarrow C = C_2 = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{314.60} = 53.10^{-6}F$$

và $U_L = I_{max}.Z_L = \dfrac{U}{R}.Z_L = \dfrac{240}{80}.60 = 180V$.

Vậy: Khi số chỉ V_2 cực đại thì $C = 53.10^{-6}F$ và số chỉ V_2 là 180V.

- Khi số chỉ V_3 cực đại: $U_C = IZ_C$ cực đại. Ta có:

$$U_C = \frac{U}{Z}.Z_C = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.Z_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + Z_L^2 + Z_C^2 - 2Z_LZ_C}}$$

$$\Leftrightarrow U_C = \frac{U}{\sqrt{(R^2+Z_L^2).\frac{1}{Z_C^2}-\frac{2Z_L}{Z_C}+1}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

Vì U = const nên để U_{Cmax} thì Y_{min}.

Đặt $x = \frac{1}{Z_C}$ ta được: $Y = (R^2+Z_L^2)x^2 - 2Z_Lx + 1$

với $a = (R^2+Z_L^2) > 0$; $b = -2Z_L$.

$$\Rightarrow Y_{min} = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{4Z_L^2-4(R^2+Z_L^2)}{4(R^2+Z_L^2)} = \frac{R^2}{R^2+Z_L^2} \text{ khi } x = -\frac{b}{2a} = \frac{Z_L}{R^2+Z_L^2}$$

$$\Rightarrow U_{Cmax} = \frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R} = \frac{240\sqrt{80^2+60^2}}{80} = 300V$$

$$\text{và } \frac{1}{Z_C} = \frac{Z_L}{R^2+Z_L^2} \Leftrightarrow Z_C = \frac{R^2+Z_L^2}{Z_L} = \frac{80^2+60^2}{60} = 166,7\,\Omega$$

$$\Rightarrow C = C_3 = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{314.166,7} = 19,1.10^{-6}F$$

Vậy: Khi số chỉ V_3 cực đại thì $C = 19,1.10^{-6}F$ và số chỉ V_3 là 300V.

Chú ý: Với các bài toán: Tìm C để U_{Cmax} hoặc tìm L để U_{Lmax} ta có thể giải bằng một trong ba cách sau:

Cách 1: (Như trên): Biến đổi đưa về hàm bậc hai rồi lấy cực trị theo tọa độ đỉnh.

Cách 2: Xác định cực trị của U_C (hoặc U_L) bằng cách lấy đạo hàm của U_C hoặc U_L theo Z_C hoặc Z_L.

Cách 3: Dùng phương pháp giản đồ vectơ: Vẽ giản đồ rồi áp dụng định lí hàm số sin để xác định cực trị.

Trong những bài toán sau thuộc dạng này ta sẽ vận dụng một trong ba cách trên để giải.

42. Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C mắc nối tiếp và đặt vào nguồn xoay chiều có hiệu điện thế U = const nhưng có tần số góc ω thay đổi được.

Định ω để các hiệu điện thế lần lượt kể sau đạt cực đại:

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu R.

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm L.

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện C.

Bài giải

Để U_R cực đại

$$\text{Ta có: } U_R = IR = \frac{U}{Z}R = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}R = \frac{U}{\sqrt{R^2+(\omega L-\frac{1}{\omega C})^2}}R$$

Vì U, R không đổi nên U_{Rmax} khi $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Vậy: Để U_{Rmax} thì $\omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

b) Để U_L cực đại

Ta có: $U_L = IZ_L = \frac{U}{Z}Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2+Z_C^2-2Z_LZ_C}}Z_L$

$$\Leftrightarrow U_L = \frac{UL\omega}{\sqrt{R^2+L^2\omega^2+\frac{1}{C^2\omega^2}-2\frac{L}{C}}} = \frac{UL}{\sqrt{\frac{1}{C^2\omega^4}+(R^2-\frac{2L}{C})\frac{1}{\omega^2}+L^2}} = \frac{UL}{\sqrt{Y}}$$

Vì U, L không đổi nên để U_{Lmax} thì Y_{min}.

Đặt $x = \frac{1}{\omega^2}$, ta được: $Y = \frac{1}{C^2}x^2 + (R^2 - \frac{2L}{C})x + L^2$

với $a = \frac{1}{C^2} > 0$; $b = (R^2 - \frac{2L}{C})$; $c = L^2$ nên:

$$Y_{min} = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{(R^2-\frac{2L}{C})^2-4.\frac{L^2}{C^2}}{\frac{4}{C^2}} = \frac{R^2}{4}(4LC-R^2C^2)$$

khi $x = -\frac{b}{2a} = \frac{-(R^2-\frac{2L}{C})}{\frac{2}{C^2}} = \frac{2LC-R^2C^2}{2}$

$$\Rightarrow U_{Lmax} = \frac{UL}{\sqrt{Y_{min}}} = \frac{UL}{\sqrt{\frac{R^2}{4}(4LC-R^2C^2)}} = \frac{2UL}{R\sqrt{(4LC-R^2C^2)}}$$

khix $= \frac{2LC-R^2C^2}{2} = \frac{1}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2}{2LC-R^2C^2}}$ $\quad (R^2 < \frac{2L}{C})$

Vậy: Để U_L cực đại thì $\omega_L = \sqrt{\frac{2}{2LC-R^2C^2}}$ với $R^2 < \frac{2L}{C}$.

c) Để U_C cực đại

Ta có: $U_C = IZ_C = \frac{U}{Z}Z_C = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}Z_C = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2+Z_C^2-2Z_LZ_C}}Z_C$

$$\Leftrightarrow U_C = \frac{U}{C\omega\sqrt{R^2+L^2\omega^2+\frac{1}{C^2\omega^2}-2\frac{L}{C}}} = \frac{U}{C\sqrt{L^2\omega^4+(R^2-\frac{2L}{C})\omega^2+\frac{1}{C^2}}} = \frac{U}{C\sqrt{Y}}$$

Vì U, C không đổi nên để U_{Cmax} thì Y_{min}.

Đặt $x = \omega^2$ ta được: $Y = L^2x^2 + (R^2 - \frac{2L}{C})x + \frac{1}{C^2}$

với $a = L^2 > 0$; $b = (R^2 - \frac{2L}{C})$; $c = \frac{1}{C^2}$ nên:

$$Y_{min} = -\frac{\Delta}{4a} = -\frac{(R^2 - \frac{2L}{C})^2 - 4.\frac{L^2}{C^2}}{4L^2} = \frac{4.\frac{LR^2}{C} - R^4}{4L^2} = \frac{R^2}{4L^2C^2}(4LC - R^2C^2)$$

$$\text{khi} \quad x = -\frac{b}{2a} = \frac{-(R^2 - \frac{2L}{C})}{2L^2} = \frac{2LC - R^2C^2}{2L^2C^2}$$

$$\Rightarrow U_{Cmax} = \frac{U}{C\sqrt{Y_{min}}} = \frac{U}{C\sqrt{\frac{R^2}{4L^2C^2}(4LC - R^2C^2)}} = \frac{2UL}{R\sqrt{(4LC - R^2C^2)}}$$

$$\text{khi} x = \frac{2LC - R^2C^2}{2L^2C^2} = \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2LC - R^2C^2}{2L^2C^2}} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}} \quad (R^2 < \frac{2L}{C})$$

Vậy: Để U_C cực đại thì $\omega_C = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$ với $R^2 < \frac{2L}{C}$.

Nhận xét: Khi ω biến thiên:

+ $U_{Lmax} = U_{Cmax} = \frac{2UL}{R\sqrt{(4LC - R^2C^2)}}$; $U_{Rmax} = U$.

+ U_{Rmax} khi có cộng hưởng trong mạch: $\omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

+ Vì $\sqrt{\frac{2}{2LC - R^2C^2}} . \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}} = \sqrt{\frac{2}{2LC - R^2C^2}} . \sqrt{\frac{2LC - R^2C^2}{2L^2C^2}} = \frac{1}{LC}$.

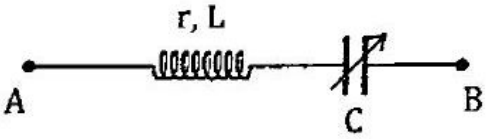
$\Rightarrow \omega_L\omega_C = \omega_R^2$

43. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: r là điện trở hoạt động của cuộn dây; L là độ tự cảm của cuộn dây; C là điện dung của tụ điện (biến thiên được từ $0 \to \infty$). Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$.

Xác định giá trị C_0 của điện dung tụ điện khi công suất của đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

Áp dụng số: U = 100V; f = 50,0Hz;

$r = 10\Omega$; $L = 31,8mH \approx \frac{1}{10\pi}H$.



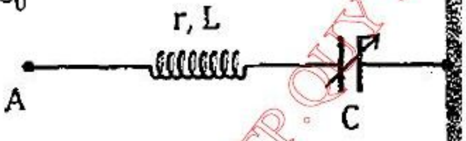
Tính cụ thể C_0 và P_{max}. Lập biểu thức cường độ dòng điện.

Bài giải

a) Giá trị C_0 của điện dung tụ điện khi công suất của đoạn mạch cực đại và c suất cực đại này

Ta có:

$P = rI^2 \Rightarrow P_{max} \Leftrightarrow I_{max}$ (cộng hưởng): $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC_0}$



$\Rightarrow C_0 = \dfrac{1}{L\omega_0^2}$ và $I_{max} = \dfrac{U}{r} \Rightarrow P_{max} = \dfrac{U^2}{r}$.

Vậy: Khi công suất mạch cực đại thì $C_0 = \dfrac{1}{L\omega_0^2}$ và $P_{max} = \dfrac{U^2}{r}$.

b) Tính C_0, P_{max} và lập biểu thức cường độ dòng điện

- Thay U = 100V; f = 50,0Hz; r = 10Ω; L = 31,8mH ≈ $\dfrac{1}{10\pi}$H ta được:

$$C_0 = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{L.4\pi^2f^2} = \frac{1}{\frac{1}{10\pi}.4\pi^2.50^2} = 318.10^{-6}F$$

và $P_{max} = \dfrac{100^2}{10} = 1000W$.

- Biểu thức cường độ dòng điện (khi cộng hưởng):

Ta có: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{U_0}{r} = \dfrac{100\sqrt{2}}{10} = 14,1A$

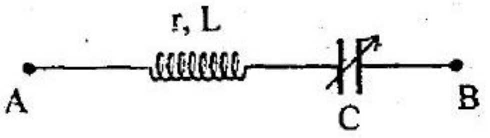
$fa(i) = fa(u) = \omega t = 2\pi ft = 2\pi.50t = 100\pi t = 314t$

$\Rightarrow i = 14,1\cos 314t(A)$

Vậy: Giá trị C_0, P_{max} và biểu thức cường độ dòng điện lúc đó là 318.10 1000W và i = 14,1cos314t(A).

2.44. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: r là điện trở hoạt động của cuộn dây; độ tự cảm của cuộn dây; C là điện dung của tụ điện (biến thiên được từ 0 → Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch

có biểu thức: $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$.



a) Hãy chứng tỏ ta có:

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{C_0} \Leftrightarrow P(C_1) = P(C_2)$$

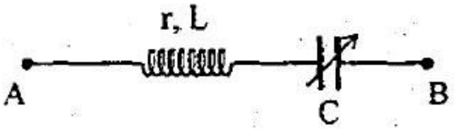
(C_1; C_2 là các giá trị khác nhau của điện dung; $P(C_1)$; $P(C_2)$ là công suất đ mạch ứng với các giá trị C_1, C_2).

b) Nhận xét về góc lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với cường độ dòng điện tr hai trường hợp.

Bài giải

a) Hãy chứng tỏ ta có:

$\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0} \Leftrightarrow P(C_1)=P(C_2)$



- Điều kiện cần: $\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0} \Rightarrow P(C_1)=P(C_2)$

Từ điều kiện: $\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0}$, khi có cộng hưởng: $C_0=\frac{1}{L\omega_0^2}$.

$\Leftrightarrow \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=2\omega_0^2L \Leftrightarrow \frac{1}{2}(\frac{1}{\omega_0C_1}+\frac{1}{\omega_0C_2})=\omega_0L$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}(Z_{C1}+Z_{C2})=Z_L \Leftrightarrow Z_L-Z_{C1}=-Z_L+Z_{C2}$

$\Leftrightarrow (Z_L-Z_{C1})^2=(Z_L-Z_{C2})^2 \Leftrightarrow (Z_L-Z_{C1})^2+r^2=(Z_L-Z_{C2})^2+r^2$

$\Leftrightarrow Z_1=Z_2 \Leftrightarrow I_1=I_2$ (U không đổi) $\Leftrightarrow P_1=P_2$ $(P=rI^2)$

hay: $P(C_1)=P(C_2)$ (đpcm)

Điều kiện đủ: $P(C_1)=P(C_2) \Rightarrow \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0}$

+ Từ điều kiện: $P(C_1)=P(C_2) \Leftrightarrow I_1=I_2 \Leftrightarrow Z_1=Z_2$ (U không đổi)

$\Leftrightarrow r^2+(Z_L-Z_{C1})^2=r^2+(Z_L-Z_{C2})^2$

$\Leftrightarrow Z_L-Z_{C1}=-Z_L+Z_{C2} \Rightarrow Z_L=\frac{Z_{C1}+Z_{C2}}{2}$

$\Leftrightarrow \omega_0L=\frac{1}{2}(\frac{1}{\omega_0C_1}+\frac{1}{\omega_0C_2}) \Leftrightarrow 2\omega_0^2L=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$

+ Khi có cộng hưởng: $\omega^2=\omega_0^2=\frac{1}{LC_0}$ nên $2\omega_0^2L=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=2.\frac{1}{LC_0}L=\frac{2}{C_0}$.

$\Leftrightarrow \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0}$ (đpcm).

Vậy: $\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{2}{C_0} \Leftrightarrow P(C_1)=P(C_2)$.

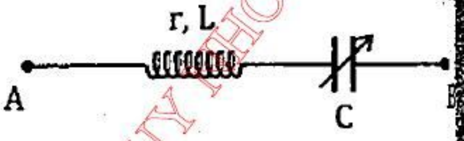
b) Nhận xét về góc lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với cường độ dòng điện trong hai trường hợp

Ta có: $P(C_1)=P(C_2) \Leftrightarrow UI_1\cos\varphi_1=UI_2\cos\varphi_2$.

Vì $I_1=I_2$ nên $\cos\varphi_1=\cos\varphi_2 \Rightarrow \varphi_2=-\varphi_1$.

Vậy: Góc lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với cường độ dòng điện trong hai trường hợp là đối nhau.

2.45. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ: $r = 10{,}0\Omega$; $L = 31{,}8H \approx \frac{1}{10\pi}H$; C: biến thiên từ $0 \to \infty$.



Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là:

$u_{AB} = 141\cos314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

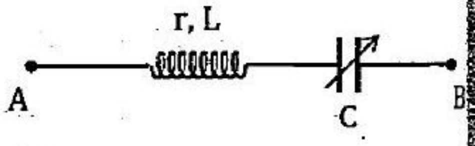
a) Lập biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch khi hệ số công suất c đoạn mạch cực đại.

b) Định giá trị nhỏ nhất của công suất đoạn mạch trong điều kiện ứng với một g trị của công suất đoạn mạch có hai giá trị khác nhau của điện dung C.

c) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo C.

Bài giải

a) Biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch khi hệ số công suất của đo mạch cực đại



Ta có: $\cos\varphi = \frac{r}{Z} = \frac{r}{\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}}$.

Vì r = const nên $\cos\varphi_{max}$ khi $Z_L = Z_C$: cộng hưởng.

Khi đó: $I_0 = \frac{U_0}{r} = \frac{100\sqrt{2}}{10} = 14{,}1A$ và $fa(i) = fa(u) = 314t$.

$\Rightarrow i = 14{,}1\cos314t(A)$

Vậy: Biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch khi hệ số công suất c đoạn mạch cực đại là $i = 14{,}1\cos314t(A)$.

b) Giá trị nhỏ nhất của công suất đoạn mạch trong điều kiện ứng với một giá của công suất đoạn mạch có hai giá trị khác nhau của điện dung C

Ta có: $P = rI^2 = r\frac{U^2}{Z^2} = \frac{rU^2}{r^2+(Z_L-Z_C)^2} = \frac{rU^2}{r^2+(Z_L-\frac{1}{\omega C})^2}$.

Vì r, U, L, ω không đổi nên $P = P_{min}$ khi $C \to \infty \Rightarrow Z_C \to 0$, lúc đó:

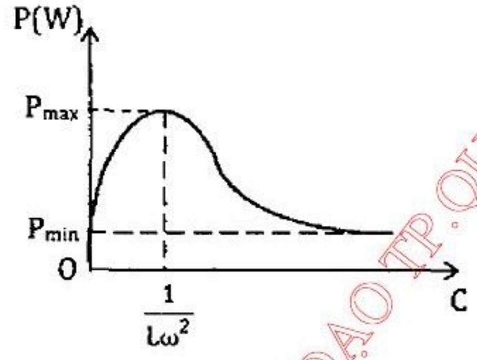
$$P_{min} = \frac{rU^2}{r^2+Z_L^2} = \frac{rU^2}{r^2+(\omega L)^2} = \frac{10.100^2}{10^2+(314.0{,}0318)^2} = 500W$$

Vậy: Giá trị nhỏ nhất của công suất đoạn mạch là 500W.

c) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo C

- Từ $P = \frac{rU^2}{r^2+(Z_L-\frac{1}{\omega C})^2}$

$$\Rightarrow P' = -rU^2.\frac{2\left(Z_L - \frac{1}{\omega C}\right).\frac{1}{\omega^2 C}}{\left[r^2 + \left(Z_L - \frac{1}{\omega C}\right)^2\right]^2}.$$



+ $C = 0 \Rightarrow P = 0$.

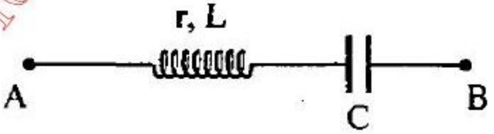
+ $C = \frac{1}{\omega^2 L} \Rightarrow P' = 0 \Rightarrow P = P_{max} = \frac{U^2}{r}$.

+ $C \to \infty \Rightarrow P = P_{min} = \frac{rU^2}{r^2 + Z_L^2}$.

- Đồ thị như hình bên:

2.46. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây:

$r = 100\Omega$; $L = 0,318H \approx \frac{1,00}{\pi}H$; $C = 15,9\mu F \approx \frac{100}{2\pi}\mu F$. Hiệu điện thế u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u_{AB} = 141\cos 2\pi ft(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 2\pi ft(V)$. Tần số f của mạng điện thay đổi được.



a) Định giá trị f_0 của tần số mạng điện sao cho công suất đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

b) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo f.

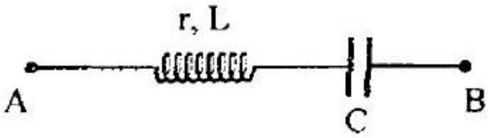
c) Tính f để công suất có giá trị P = 50,0W. Lập biểu thức của cường độ dòng điện.

Bài giải

a) Giá trị f_0 của tần số mạng điện để công suất đoạn mạch cực đại và tính công suất cực đại này

Ta có: $P = rI^2 \Rightarrow P_{max} \Leftrightarrow I_{max}$: cộng hưởng: $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 f_0^2 = \frac{1}{LC}$.

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{\pi}.\frac{10^{-4}}{2\pi}}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70,7Hz.$$



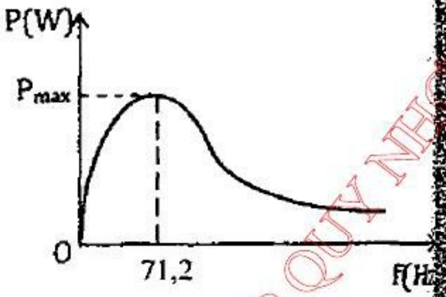
và $P_{max} = \frac{U^2}{r} = \frac{100^2}{100} = 100W$.

Vậy: Để công suất đoạn mạch cực đại thì $f_0 = 70,7Hz$ và $P_{max} = 100W$.

b) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo f

Ta có: $P = rI^2 = r\frac{U^2}{Z^2} = \frac{rU^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{rU^2}{r^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}$.

$$\Rightarrow P' = -rU^2.\frac{2\left(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}\right).\left(2\pi L-\frac{2\pi C}{(2\pi fC)^2}\right)}{\left[r^2+\left(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}\right)^2\right]^2}.$$



+ Khi $2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC} \le 0$

$\Rightarrow f \le \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,318.15,9.10^{-6}}} = 71,2$Hz: P' > 0: P tăng và $P_{max} = 100$W

+ Khi $2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC} < 0 \Rightarrow f > \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,318.15,9.10^{-6}}} = 71,2$Hz:

P' < 0: P giảm.

- Đồ thị như hình bên.

c) Tính f để công suất có giá trị P = 50,0W và lập biểu thức của cường độ dòng đi

- Giá trị của f để P = 50W:

Từ $P = rI^2 = r\frac{U^2}{Z^2} \Rightarrow Z^2 = r\frac{U^2}{P} = 100.\frac{100^2}{50} = 2.100^2$

$\Leftrightarrow r^2 + (Z_L-Z_C)^2 = 2.100^2$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C) = \pm\sqrt{2.100^2 - r^2} = \pm\sqrt{2.100^2 - 100^2} = \pm 100$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}\omega L-\frac{1}{\omega C} = 100\\ \omega L-\frac{1}{\omega C} = -100\end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}\omega^2 LC-100\omega C-1=0\\ \omega^2 LC+100\omega C-1=0\end{array}\right.$$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}\omega^2.0,318.15,9.10^{-6}-100\omega.15,9.10^{-6}-1=0\\ \omega^2.0,318.15,9.10^{-6}+100\omega.15,9.10^{-6}-1=0\end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l}5.10^{-6}\omega^2-15,9.10^{-4}\omega-1=\\ 5.10^{-6}\omega^2+15,9.10^{-4}\omega-1=\end{array}\right.$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l}\omega_1 = 200\pi(rad/s)\\ \omega_2 = 100\pi(rad/s)\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l}f_1 = 100Hz\\ f_2 = 50Hz\end{array}\right.$$

- Biểu thức cường độ dòng điện:

Ta có: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{100\sqrt{2}}{100\sqrt{2}} = 1A$; $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{\pm 100}{100} = \pm 1$

$\Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4} = \pm 0,785rad$.

$\Rightarrow fa(i_1) = fa(u) - \varphi_1 = \omega_1 t - 0,785 = 200\pi t - 0,785$.

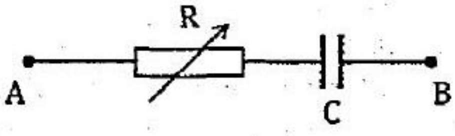
và $fa(i_2) = fa(u) - \varphi_2 = \omega_2 t + 0,785 = 100\pi t + 0,785$.

$\Rightarrow i_1 = \cos(200\pi t - 0{,}785)(A)$; $i_2 = \cos(100\pi t + 0{,}785)(A)$.

Vậy: Giá trị của f để P = 50W là 100Hz hoặc 50Hz và biểu thức cường độ dòng điện tương ứng là $i_1 = \cos(200\pi t - 0{,}785)(A)$; $i_2 = \cos(100\pi t + 0{,}785)(A)$.

2.47. Cho đoạn mạch xoay chiều: R: biến trở; C: $159\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{2\pi}F$. Hiệu điện thế u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức:

$u_{AB} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.



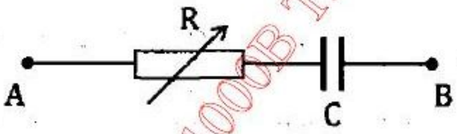
a) Định giá trị R_0 của biến trở để công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại P_{max} và vẽ đồ thị P (R).

b) Gọi R_1, R_2 là hai giá trị khác nhau của biến trở.

Chứng minh: $R_1.R_2 = R_0^2 \Leftrightarrow P(R_1) = P(R_2)$

c) Lập biểu thức cường độ dòng điện khi $R = R_0$.

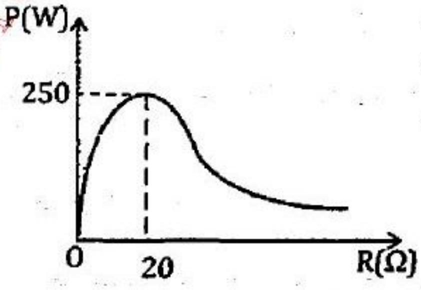
Bài giải



a) Giá trị R_0 của biến trở để công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch cực đại, tính công suất cực đại P_{max} và vẽ đồ thị P(R)

Ta có: $P = RI^2 = R.\dfrac{U^2}{Z^2} = R.\dfrac{U^2}{R^2+Z_C^2} = \dfrac{U^2}{R+\dfrac{Z_C^2}{R}}$.

Để $P_{max} \Leftrightarrow M = (R+\dfrac{Z_C^2}{R})_{min}$ và M_{min} khi $R = \dfrac{Z_C^2}{R}$.



$\Rightarrow R_0 = Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{314.159.10^{-6}} = 20\Omega$

và $P_{max} = \dfrac{U^2}{2R_0} = \dfrac{100^2}{2.20} = 250W$.

Vậy: Để P_{max} thì $R_0 = 20\Omega$ và $P_{max} = 250W$.

Đồ thị P(R) như hình trên.

b) Chứng minh: $R_1.R_2 = R_0^2 \Leftrightarrow P(R_1) = P(R_2)$

Điều kiện cần: $R_1.R_2 = R_0^2 \Rightarrow P(R_1) = P(R_2)$

- Từ $P = \dfrac{RU^2}{R^2+Z_C^2} \Leftrightarrow PR^2 - U^2R + PZ_C^2 = 0$
- Gọi R_1, R_2 là hai giá trị của biến trở.
  Theo định lí Viet, ta có:

$$\begin{cases} R_1R_2 = Z_C^2 = R_0^2 \\ R_1+R_2 = \dfrac{U^2}{P} \end{cases}$$

+ Ta có: $P_1 = R_1I_1^2 = \dfrac{R_1U^2}{R_1^2+Z_C^2} = \dfrac{U^2}{R_1+\dfrac{Z_C^2}{R_1}}$. Thay $R_1 = \dfrac{Z_C^2}{R_2}$, $Z_C^2 = R_1R_2$ ta được

$\Rightarrow P_1 = \dfrac{U^2}{\dfrac{Z_C^2}{R_2}+R_2} = \dfrac{R_2U^2}{Z_C^2+R_2^2} = R_2I_2^2 = P_2$ hay P(R₁) = P(R₂) (đpcm)

- Điều kiện đủ: $P(R_1) = P(R_2) \Rightarrow R_1.R_2 = R_0^2$

Từ $P(R_1) = P(R_2) \Leftrightarrow \dfrac{U^2}{R_1+\dfrac{Z_C^2}{R_1}} = \dfrac{U^2}{R_2+\dfrac{Z_C^2}{R_2}}$

$\Leftrightarrow R_1+\dfrac{Z_C^2}{R_1} = R_2+\dfrac{Z_C^2}{R_2} \Leftrightarrow R_2R_1^2 + R_2Z_C^2 = R_1R_2^2 + R_1Z_C^2$

$\Leftrightarrow Z_C^2(R_2-R_1) = R_1R_2(R_2-R_1)$

$\Rightarrow Z_C^2 = R_1R_2 = R_0^2$ (đpcm)

Vậy: $R_1.R_2 = R_0^2 \Leftrightarrow P(R_1) = P(R_2)$.

c) Biểu thức cường độ dòng điện khi $R = R_0$

Khi $R = R_0 = Z_C$ thì $\tan\varphi = -\dfrac{Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{4} = -0{,}785\text{rad}$.

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + 0{,}785$ và $I_0 = \dfrac{U_0}{\sqrt{2R^2}} = \dfrac{100\sqrt{2}}{20\sqrt{2}} = 5A$

$\Rightarrow i = 5\cos(314t + 0{,}785)(A)$

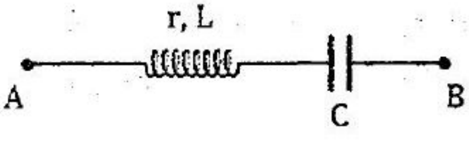
Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện khi $R = R_0$ là $i = 5\cos(314t + 0{,}785)$**(A)**.

2.48. Cho đoạn mạch sau đây:

Cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức: $i = I\sqrt{2}\cos2\pi ft$**(A)**. Tần thay đổi được; r, L, C có giá trị xác định; I = const.

a) Định giá trị f_0 của tần số dòng điện để hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa A và B cực tiểu.

b) Với $f = f_0$ thiết lập hệ thức liên lạc giữa L, C, r để có $U_{AB} = U_C$.



Bài giải

Giá trị f_0 của tần số dòng điện để hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa A và B cực tiểu

Ta có: $U_{AB} = IZ$. Vì I = const nên $U_{ABmin} \Leftrightarrow Z_{min}$.

với $Z = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow Z_{min} \Leftrightarrow Z_L = Z_C$: cộng hưởng

$$\Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\pi^2 f_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Vậy: Để hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa A và B cực tiểu thì $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Thiết lập hệ thức liên lạc giữa L, C, r để $U_{AB} = U_C$

Ta có: $U_{AB}^2 = U_r^2 + (U_L - U_C)^2 = U_r^2 + U_L^2 + U_C^2 - 2U_LU_C$

Để $U_{AB} = U_C \Rightarrow U_r^2 + U_L^2 - 2U_LU_C = 0$

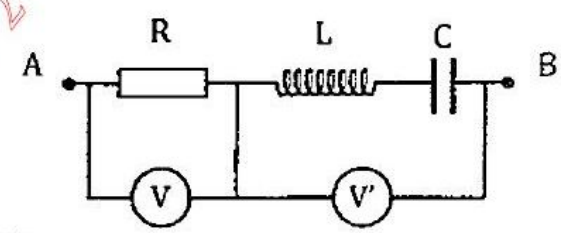
$$\Leftrightarrow U_r^2 + U_L^2 = 2U_LU_C \Leftrightarrow r^2 + Z_L^2 = 2Z_LZ_C$$

$$\Leftrightarrow r^2 + \omega_0^2L^2 = 2\omega_0L.\frac{1}{\omega_0C} \Leftrightarrow r^2 + \frac{L}{C} = 2\frac{L}{C} \Leftrightarrow r^2 = \frac{L}{C} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Vậy: Hệ thức liên lạc giữa L, C, r để $U_{AB} = U_C$ là $r = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$.

49. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: R: điện trở thuần; L: cuộn thuần cảm; R_V, $R_{V'}$: rất lớn. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 282\cos 2\pi ft(V) \approx 200\sqrt{2}\cos 2\pi ft(V)$.



Tần số f biến thiên được.

Khi tần số mạng điện có các giá trị f_1 = 50Hz và f_2 = 100Hz thì số chỉ của V' có cùng giá trị.

Tính giá trị f_0 của tần số để cường độ dòng điện cực đại.

Cho biết thêm khi $f = f_1$ hay $f = f_2$ thì số chỉ của V và V' bằng nhau. Biết R = 10,0Ω, hãy tính L, C và lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ứng với các giá trị f_1, f_2.

Bài giải

Giá trị f_0 của tần số để cường độ dòng điện cực đại

Ta có: $U_1' = U_2' \Leftrightarrow I_1Z_{LC1} = I_2Z_{LC2}$.

$$\Leftrightarrow \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2}}.|Z_{L1} - Z_{C1}| = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_{L2} - Z_{C2})^2}}.|Z_{L2} - Z_{C2}|$$

$$\Leftrightarrow \frac{(Z_{L1}-Z_{C1})^2}{R^2+(Z_{L1}-Z_{C1})^2} = \frac{(Z_{L1}-Z_{C1})^2}{R^2+(Z_{L1}-Z_{C1})^2} \Leftrightarrow \frac{1}{\frac{R^2}{(Z_{L1}-Z_{C1})^2}+1} = \frac{1}{\frac{R^2}{(Z_{L2}-Z_{C2})^2}+}$$

$$\Leftrightarrow (Z_{L1}-Z_{C1})^2 = (Z_{L2}-Z_{C2})^2 \Leftrightarrow (Z_{L1}-Z_{C1}) = \pm(Z_{L2}-Z_{C2})$$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_{L1}-Z_{C1} = Z_{L2}-Z_{C2} \\ Z_{L1}-Z_{C1} = -Z_{L2}+Z_{C2} \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C} = \omega_2 L - \dfrac{1}{\omega_2 C} \\ \omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C} = -\omega_2 L + \dfrac{1}{\omega_2 C} \end{array}\right.$$

$$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \omega_2\omega_1^2 LC - \omega_2 = \omega_1\omega_2^2 LC - \omega_1 \\ \omega_2\omega_1^2 LC - \omega_2 = -\omega_1\omega_2^2 LC + \omega_1 \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \omega_1\omega_2 LC(\omega_1-\omega_2) = \omega_2-\omega_1 \\ \omega_1\omega_2 LC(\omega_1+\omega_2) = \omega_2+\omega_1 \end{array}\right.$$

$\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \omega_1\omega_2 LC = -1 \\ \omega_1\omega_2 LC = 1 \end{array}\right. \Rightarrow \omega_1\omega_2 = \dfrac{1}{LC}$ (loại trường hợp trên vì ω_1, ω_2, L, C đều dư

- Đặt $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC}$: tần số góc khi có cộng hưởng ta được: $\omega_1\omega_2 = \omega_0^2$.

$\Leftrightarrow f_0 = \sqrt{f_1 f_2} = \sqrt{50.100} = 70{,}7\text{Hz}$

Vậy: Để cường độ dòng điện cực đại thì $f_0 = 70{,}7$Hz.

b) Tính L, C và lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ứng với các giá trị f_1,

- Tính L và C:
  + Khi $f = f_1$, ta có: $U_1 = U_1' \Leftrightarrow RI_1 = |Z_{L1}-Z_{C1}|I_1 \Leftrightarrow R = |Z_{L1}-Z_{C1}|$.
  + Khi $f = f_2$, ta có: $U_2 = U_2' \Leftrightarrow RI_2 = |Z_{L2}-Z_{C2}|I_2 \Leftrightarrow R = |Z_{L2}-Z_{C2}|$.

$$\Leftrightarrow \begin{cases} R = Z_{L1}-Z_{C1} \\ R = Z_{L2}-Z_{C2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 10 = 100\pi L - \dfrac{1}{100\pi C} \\ 10 = 200\pi L - \dfrac{1}{200\pi C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 30 = \dfrac{3}{200\pi C} \\ 30 = 300\pi L \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} C = 159.10^{-6}\text{F} \\ L = 31{,}8.10^{-3}\text{H} \end{cases}$$

- Lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ứng với các giá trị f_1, f_2

Ta có: $I_{01} = I_{02} = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_{L1}-Z_{C1})^2}}$

$$\Leftrightarrow I_{01} = I_{02} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{10^2+\left(100\pi.31{,}8.10^{-3} - \dfrac{1}{100\pi.159.10^{-6}}\right)^2}}$$

$\Leftrightarrow I_{01} = I_{02} = \dfrac{200\sqrt{2}}{\sqrt{10^2 + (10-20)^2}} = \dfrac{200\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} = 20A$

và $\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_{L1} - Z_{C1}}{R} = \dfrac{10-20}{10} = -1 \Rightarrow \varphi_1 = -\dfrac{\pi}{4} = -0{,}785\text{rad}$

$\tan\varphi_2 = \dfrac{Z_{L2} - Z_{C2}}{R} = \dfrac{20-10}{10} = 1 \Rightarrow \varphi_2 = \dfrac{\pi}{4} = 0{,}785\text{rad}$

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t \pm 0{,}785 \Rightarrow i = 20\cos(314t \pm 0{,}785)$.

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ứng với các giá trị f_1, f_2 là $i = 20\cos(314t \pm 0{,}785)$.

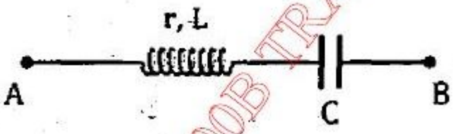
2.50. Một đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như sơ đồ sau: r: $17{,}3\Omega \approx 10{,}0\sqrt{3}\ \Omega$;

$C = 159\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{2\pi} F$; $L = 31{,}8mH \approx \dfrac{1}{10{,}0\pi} H$;

$u_{AB} = 141\cos 314t(V) = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

a) Lập biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch và của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây.

b) Tính công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch.



c) Phải ghép thêm một tụ điện có điện dung C' bằng bao nhiêu để hiệu điện thế hai đầu ống dây đạt cực đại. Tính giá trị cực đại này và giá trị của công suất lúc đó. Xác định cách ghép tụ điện C'.

Bài giải

a) Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế hai đầu cuộn dây

Biểu thức của i:

Ta có: $Z = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

với $Z_L = \omega L = 314.31{,}8.10^{-3} = 10\Omega$; $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{314.159.10^{-6}} = 20\Omega$.

$\Rightarrow Z = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + (10-20)^2} = 20\Omega$

$\Rightarrow I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{141}{20} = 7{,}07A$

và $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{r} = \dfrac{10-20}{10\sqrt{3}} = -\dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6} = -0{,}523\text{rad}$

$\Rightarrow fa(i) = fa(u) - \varphi = 314t + 0{,}523$

$\Rightarrow i = 7{,}07\cos(314t + 0{,}523)(A)$

- Biểu thức của u_d:

Ta có: $Z_d = \sqrt{r^2+Z_L^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2+10^2} = 20\Omega \Rightarrow U_{0d} = I_0Z_d = 7{,}07.20 = 141V.$

và $\tan\varphi_d = \dfrac{Z_L}{r} = \dfrac{10}{10\sqrt{3}} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_d = \dfrac{\pi}{6} = 0{,}523\text{rad}$

$\Rightarrow fa(u_d) = fa(i) + \varphi_d = 314t + 0{,}523 + 0{,}523 = 314t + 1{,}046$

$\Rightarrow u_d = 141\cos(314t + 1{,}046)(V)$

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế hai đầu cuộn dây là $i = 7{,}07\cos(314t + 0{,}523)(A)$ và $u_d = 141\cos(314t + 1{,}046)(V)$.

b) Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch

Ta có: $P = rI^2 = 10\sqrt{3}.\left(\dfrac{7{,}07}{\sqrt{2}}\right)^2 = 433W.$

Vậy: Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là 433W.

c) Tính và xác định cách ghép C' để U_d đạt cực đại. Tính U_d và giá trị của công suất lúc đó

- Cách ghép C' để U_d cực đại
  - + Ta có: $U_d = IZ_d$. Vì Z_d = const nên $U_{d\max} \Leftrightarrow I_{\max}$: cộng hưởng.

$\Rightarrow Z_C^* = Z_L = 10\Omega \Rightarrow C^* = \dfrac{1}{\omega Z_C^*} = \dfrac{1}{314.10} = 318.10^{-6}F$ (Z_C^* là dung kháng tương đương của bộ tụ C, C')

  - + Vì $Z_C^* < Z_C \Rightarrow$ C' ghép song song với C và:

$C' = C^* - C = 318.10^{-6} - 159.10^{-6} = 159.10^{-6}F$

- Tính U_d và giá trị của công suất lúc đó

Lúc đó: $I = I_{\max} = \dfrac{U}{r} = \dfrac{100}{10\sqrt{3}} = 5{,}77A$.

$\Rightarrow U_d' = Z_dI_{\max} = 20.5{,}77 = 115{,}5V$

và $P' = P_{\max} = rI_{\max}^2 = 10\sqrt{3}.5{,}77^2 = 577W.$

Vậy: Phải mắc thêm tụ $C' = 159.10^{-6}F$ song song với C, lúc đó $U_d' = 115{,}5V$ và $P' = 577W$.

2.51. Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L. Tần số dòng điện là 50,0Hz và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch là 120V.

a) Tính độ tự cảm L biết rằng góc lệch pha giữa cường độ dòng điện và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là 60^0.

b) Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch.

c) Phải mắc nối tiếp vào đoạn mạch, một tụ điện có điện dung bao nhiêu để hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha với dòng điện.

Bài giải

Độ tự cảm L khi góc lệch pha giữa cường độ dòng điện và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là 60°

Ta có: $\tan\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{Z_L}{R} \Rightarrow \frac{Z_L}{R} = \sqrt{3} \Rightarrow Z_L = R\sqrt{3} = 1000\sqrt{3} = 1730\Omega$.

$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{1730}{2.3,14.50} = 5,5H$

Vậy: Khi góc lệch pha giữa cường độ dòng điện và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là 60° thì L = 5,5H.

Công suất tiêu thụ của đoạn mạch

Ta có: $P = RI^2 = R.\frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{R^2 + Z_L^2} = 1000.\frac{120^2}{1000^2 + (1000\sqrt{3})^2} = 3,6W$.

Vậy: Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là 3,6W.

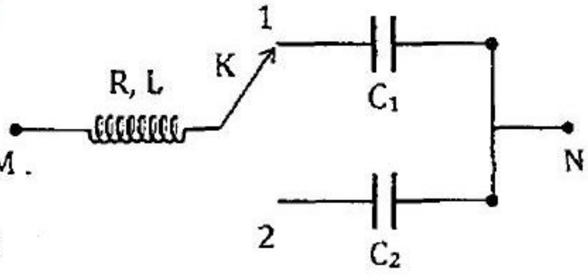
Giá trị C để hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha với dòng điện

Khi u, i cùng pha: $\varphi = 0$: cộng hưởng: $\omega^2 = \frac{1}{LC}$.

$\Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{5,5.(100\pi)^2} = 1,84.10^{-6}F$

Vậy: Để hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha với dòng điện thì phải mắc nối tiếp vào mạch một tụ điện có điện dung $1,84.10^{-6}F$.

7. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ: $C_1 = 80,0\mu F \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}F$; $C_2 = 20,0\mu F \approx \frac{10^{-3}}{16\pi}F$; $f = 50,0Hz$.



Khi chuyển khóa K từ (1) sang (2) thì số chỉ của ampe kế không đổi nhưng pha biến thiên $\frac{\pi}{2}$. Hãy tính R, L.

Bài giải

Ta có: $I_2 = I_1$; $\varphi_2 = \varphi_1 \pm \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan\varphi_2 = -\frac{1}{\tan\varphi_1}$.

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2}} \\ \frac{Z_L - Z_{C2}}{R} = -\frac{R}{Z_L - Z_{C1}} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} Z_L - Z_{C2} = -(Z_L - Z_{C1}) \\ \dfrac{Z_L - Z_{C2}}{R} = \dfrac{R}{Z_{C_1} - Z_L} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_{C1} + Z_{C2} = 2Z_L \\ \dfrac{Z_L - Z_{C2}}{R} = \dfrac{R}{Z_{C_1} - Z_L} \end{cases}$$

(với $Z_{C1} = \dfrac{1}{\omega C_1} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-3}}{4\pi}} = 40\Omega$; $Z_{C2} = \dfrac{1}{\omega C_2} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-3}}{16\pi}} = 160\Omega$)

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_L = \dfrac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} = \dfrac{40 + 160}{2} = 100\Omega \\ R = \sqrt{(Z_L - Z_{C2})(Z_{C_1} - Z_L)} = \sqrt{(100-160)(100-40)} = 60\Omega \end{cases}$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = 0{,}318H \text{ và } R = 60\,\Omega.$$

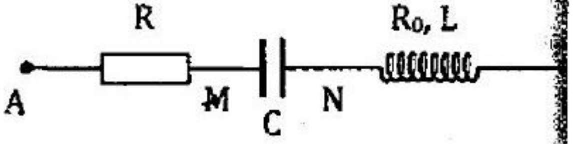
Vậy: Điện trở thuần và độ tự cảm của cuộn dây là $60\,\Omega$ và 0,318H.

2.53. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ: $R = 70{,}0\Omega$; $C = 318\mu F \approx \frac{10}{\pi}$

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức: $u = 170\cos 314t($

$120\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

Biết u_{AN} có pha vuông góc với u_{NB}.



a) Tính L và cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch. Biết $R_0 = 5{,}00\Omega$.

b) Tính R_0 và L nếu trị số hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 1,2A.

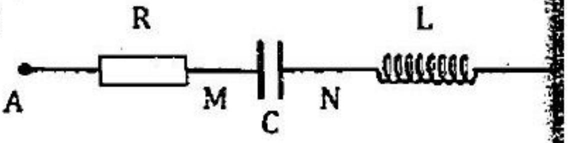
Bài giải

a) Tính L và cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch

- Vì u_{AN} vuông pha với u_{NB} nên: $\tan u_{AN} = -\dfrac{1}{\tan u_{NB}}$.

$$\Leftrightarrow -\frac{Z_C}{R} = -\frac{R_0}{Z_L} \Rightarrow Z_L = \frac{RR_0}{Z_C} = \frac{70.5}{10} = 35\Omega.$$

với: $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{314.318.10^{-6}} = 10\Omega$



$$\Rightarrow Z_L = \frac{RR_0}{Z_C} = \frac{70.5}{10} = 35\Omega.$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{35}{314} = 0{,}112H$$

Cường độ hiệu dụng của dòng điện:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{120}{\sqrt{70^2 + (35 - 10)^2}} = 1{,}52A.$$

Vậy: Giá trị của L và cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 0,112H và 1,52A.

Tính R_0 và L nếu trị số hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 1,2A

Ta có: $\frac{R_0}{Z_L} = \frac{Z_C}{R} = \frac{10}{70} = \frac{1}{7} \Rightarrow Z_L = 7R_0$ (1)

và $Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{1{,}2} = 100\Omega$

$\Leftrightarrow (R + R_0)^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 100^2$

$\Leftrightarrow (R + R_0)^2 + (7R_0 - Z_C)^2 = 100^2$

$\Leftrightarrow R^2 + 2RR_0 + R_0^2 + 49R_0^2 - 14R_0Z_C + Z_C^2 = 100^2$

$\Leftrightarrow 70^2 + 140R_0 + 50R_0^2 - 140R_0 + 100 = 100^2$ ($Z_C = 100\,\Omega$; $R = 70\,\Omega$)

$\Rightarrow R_0 = 10\,\Omega$; $Z_L = 7.10 = 70\,\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{70}{314} = 0{,}224H.$

Vậy: Khi trị số hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 1,2A thì $R_0 = 10\,\Omega$ và L = 0,224H.

54. Một đoạn mạch xoay chiều gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp. Cuộn thứ nhất có điện trở hoạt động $R_1 = 60{,}0\Omega$ và độ tự cảm $L_1 = 0{,}25H \approx \frac{4}{5\pi}H$; cuộn thứ hai có điện trở hoạt động $R_2 = 100\Omega$ và độ tự cảm $L_2 = 0{,}237H \approx \frac{3}{4\pi}H$. Tần số dòng điện là f = 50,0Hz.

Tính các tổng trở Z_1, Z_2 của mỗi cuộn dây và tổng trở Z của đoạn mạch.

Giả sử R_1, R_2, L_1 không đổi. Hỏi L_2 phải thỏa điều kiện nào để có $Z = Z_1 + Z_2$?

Bài giải

Tổng trở Z_1, Z_2 của mỗi cuộn dây và tổng trở Z của đoạn mạch

Ta có: $Z_{L1} = 2\pi fL_1 = 2\pi.50.\frac{4}{5\pi} = 80\Omega$; $Z_{L2} = 2\pi fL_2 = 2\pi.50.\frac{3}{4\pi} = 75\Omega$.

$\Rightarrow Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_{L1}^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\Omega.$

$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_{L2}^2} = \sqrt{100^2 + 75^2} = 125\Omega.$

và $Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (Z_{L1} + Z_{L2})^2} = \sqrt{(60 + 100)^2 + (80 + 75)^2} = 223\,\Omega.$

Vậy: Tổng trở Z_1, Z_2 của mỗi cuộn dây và tổng trở Z của đoạn mạch lần lượt là $100\,\Omega$, $125\,\Omega$ và $223\,\Omega$.

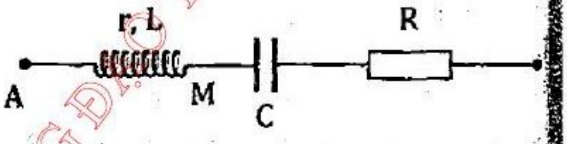
b) Xác định L_2 để $Z = Z_1 + Z_2$

Ta có: $\bar{U} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2$. Để $Z = Z_1 + Z_1$ thì $U = U_1 + U_2 \Rightarrow \varphi_1 = \varphi_2$.

$$\Leftrightarrow \tan\varphi_1 = \tan\varphi_2 \Leftrightarrow \frac{Z_{L1}}{R_1} = \frac{Z_{L2}}{R_2} \Leftrightarrow \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2} \text{ hay } \frac{L_1}{L_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

Vậy: Để $Z = Z_1 + Z_2$ thì $\frac{L_1}{L_2} = \frac{R_1}{R_2}$.

2.55. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: f = 50Hz.



a) Tìm hệ thức liên lạc giữa R, r, L, C để u_{AM} có pha vuông góc với u_{MB}.

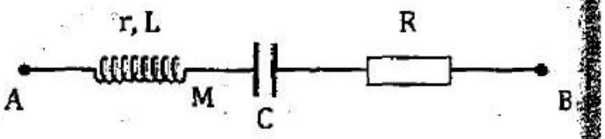
b) Cho R = 10,0Ω, r = 17,3Ω ≈ 10,0 $\sqrt{3}$ Ω. Biết đoạn mạch AB có cộng hưởng đ

đồng thời thỏa điều kiện ở câu a. Hãy tính L, C. (Lấy $\pi^2 \approx 10$).

Bài giải

a) Hệ thức giữa R, r, L, C để u_{AM} và u_{MB} vuông pha

Ta có: u_{AM} vuông pha $u_{MB} \Leftrightarrow \tan\varphi_{AM} = -\frac{1}{\tan\varphi_{MB}}$.



$$\Leftrightarrow \frac{Z_L}{r} = -\frac{-R}{Z_C} = \frac{R}{Z_C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{2\pi fL}{r} = \frac{R}{\frac{1}{2\pi fC}} = 2\pi fCR$$

$$\Rightarrow L = CRr$$

Vậy: Để u_{AM} và u_{MB} vuông pha thì L = CRr.

b) Tính L, C

- Khi đoạn mạch có cộng hưởng điện: $\omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega^2}$.
- Mặt khác, theo câu a:

$$L = CRr \Rightarrow C^2Rr = \frac{1}{\omega^2} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega\sqrt{Rr}} = \frac{1}{314.\sqrt{10.17,3}} = 242.10^{-6}F$$

và $L = CRr = 242.10^{-6}.10.17,3 = 0,042H$.

Vậy: Giá trị của L và C thỏa các điều kiện đã cho là $C = 242.10^{-6}F$ và L = 0,042

2.56. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ:

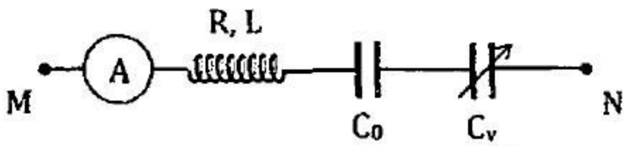
$u_{MN} = 141\cos314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$; $C_0 = 12,0\mu F$; C_v: điện dung thay đ

được; $R_A = 0$.

Khi thay đổi C_v ta thấy với hai giá trị là $6,0\mu F$ và $12\mu F$ thì ampe kế đều chỉ 0,6

a) Tính L và R.

Lập biểu thức cường độ dòng điện ứng với mỗi giá trị nêu trên của C_v.



Tính giá trị của C_v để cường độ dòng điện chậm pha (trễ pha) $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế. Tính số chỉ ampe kế lúc đó.

Bài giải

Tính L và R. Ta có: $Z_1 = Z_2 = \frac{100}{0,6} = 166,7\Omega$.

$$\Leftrightarrow \begin{cases} R^2 + [Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V1}})]^2 = 166,7^2 \\ R^2 + [Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V2}})]^2 = 166,7^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} [Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V1}})]^2 = 166,7^2 - R^2 \\ [Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V2}})]^2 = 166,7^2 - R^2 \end{cases}$$

với $Z_{C_0} = \frac{1}{\omega C_0} = \frac{1}{314.12.10^{-6}} = 265,5\Omega$;

$Z_{C_{V1}} = \frac{1}{\omega C_{V1}} = \frac{1}{314.6.10^{-6}} = 531\Omega$; $Z_{C_{V2}} = \frac{1}{\omega C_{V2}} = \frac{1}{314.12.10^{-6}} = 265,5\Omega$.

$$\Rightarrow \begin{cases} [Z_L - (265,5 + 531)]^2 = 166,7^2 - R^2 \\ [Z_L - (265,5 + 265,5)]^2 = 166,7^2 - R^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} (Z_L - 796,5)^2 = 166,7^2 - R^2 \\ (Z_L - 531)^2 = 166,7^2 - R^2 \end{cases}$$

$\Rightarrow Z_L - 796,5 = -Z_L + 531 \Rightarrow Z_L = 663,75\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{663,75}{314} = 2,11H$.

và $R = \sqrt{166,7^2 - (Z_L - 796,5)^2} = \sqrt{166,7^2 - (663,75 - 796,5)^2} = 100\Omega$.

Vậy: Giá trị của L và R là 2,11H và 100Ω.

Biểu thức cường độ dòng điện ứng với mỗi giá trị nêu trên của C_v

Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = 0,6\sqrt{2} = 0,84A$.

$$\tan\varphi_1 = \frac{Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V1}})}{R} = \frac{663,75 - (265,5+531)}{100} = -1,32 \Rightarrow \varphi_1 = -0,92\text{ rad}$$

$$\tan\varphi_2 = \frac{Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_{V2}})}{R} = \frac{663,75 - (265,5 + 265,5)}{100} = 1,32 \Rightarrow \varphi_2 = 0,92\text{ rad}$$

$\Rightarrow fa(i_1) = fa(u) - \varphi_1 = 314t + 0,92$; $fa(i_2) = fa(u) - \varphi_2 = 314t - 0,92$

$\Rightarrow i = 0,84\cos(314t \pm 0,92)(A)$

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện ứng với hai giá trị của C_v là

$i = 0,84\cos(314t \pm 0,92)(A)$.

Giá trị của C_v để cường độ dòng điện chậm pha (trễ pha) $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế và số chỉ ampe kế lúc đó

- Theo đề, i chậm pha hơn u nên u sớm pha hơn i, do đó: $\varphi = \frac{\pi}{6}$. Ta có:

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_V})}{R} \Rightarrow \frac{Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_V})}{R} = \tan\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,577$$

$$\Rightarrow Z_{C_V} = Z_L - Z_{C_0} - 0,577R = 663,75 - 265,5 - 0,577.100 = 340,55\,\Omega$$

$$\Rightarrow C_v = \frac{1}{\omega Z_{C_V}} = \frac{1}{314.340,55} = 9,35.10^{-6}F$$

- Lúc đó:

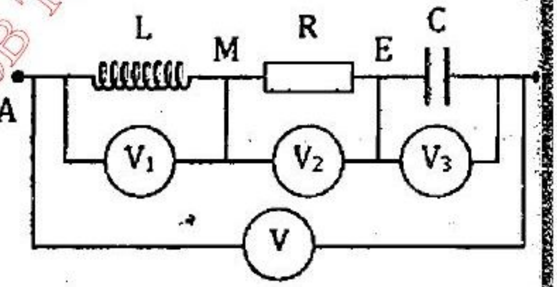
$$Z = \sqrt{R^2 + [Z_L - (Z_{C_0} + Z_{C_V})]^2} = \sqrt{100^2 + [663,75 - (265,5 + 340,55)]^2} = 115,35$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{115,35} = 0,87A$$

Vậy: Để cường độ dòng điện chậm pha (trễ pha) $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế

$C_v = 9,35.10^{-6}F$ và số chỉ ampe kế lúc đó là 0,87A.

2.57. Cho đoạn mạch xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ: R: điện trở thuần; L: cuộn thuần cảm; C: tụ điện. Các vôn kế V_1 và V_3 chỉ lần lượt 75V và $33,0V \approx \frac{100}{3}V$.



Hãy tính số chỉ của các vôn kế V_2 và V, biết rằng u_{AE} và u_{DB} có pha vuông góc nhau.

Bài giải

Ta có: u_{AE} và u_{DB} vuông pha nên $\varphi_{AE} = \varphi_{DB} \pm \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \tan\varphi_{AE} = -\frac{1}{\tan\varphi_{DB}}$.

$$\Leftrightarrow \frac{U_L}{U_R} = -\frac{-U_R}{U_C} = \frac{U_R}{U_C} \Rightarrow U_R = \sqrt{U_L U_C} = \sqrt{75.\frac{100}{3}} = 50V$$

và $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{50^2 + (75 - \frac{100}{3})^2} = 65V$

Vậy: Số chỉ các vôn kế V_2 và V là 50V và 65V.

Phần thứ hai

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH

huyên đề 3:

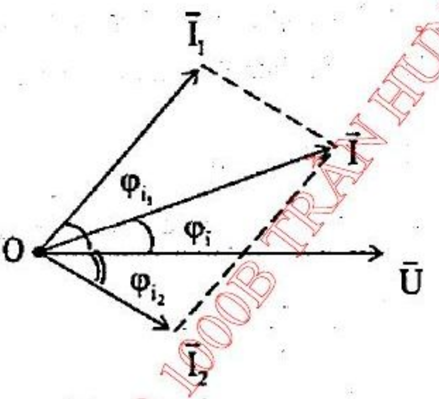
MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU SONG SONG

TÓM TẮT KIẾN THỨC

Giản đồ vectơ quay

Xét mạch điện xoay chiều gồm các nhánh song song $Z_1, Z_2, \ldots$. Gọi $i_1, i_2, \ldots$ là cường độ tức thời của dòng điện trong các nhánh; i là cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính. Ta có:

$i = i_1 + i_2 + \ldots$



Từ mối quan hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều ta có thể biểu diễn các cường độ tức thời $i, i_1, i_2, \ldots$ trên giản đồ bằng các vectơ quay tương ứng $\bar{I}, \bar{I}_1, \bar{I}_2, \ldots$ với trục gốc $\bar{U}$ như sau:

$$\text{với: } \bar{I}_1\begin{cases} I_1 = \dfrac{U}{Z_1} \\ \varphi_{i_1} = -\arctan\dfrac{Z_{L_1} - Z_{C_1}}{R_1} \end{cases}; \ \bar{I}_2\begin{cases} I_2 = \dfrac{U}{Z_2} \\ \varphi_{i_2} = -\arctan\dfrac{Z_{L_2} - Z_{C_2}}{R_2} \end{cases}$$

và $\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \ldots$

Cường độ hiệu dụng và độ lệch pha giữa cường độ tức thời và hiệu điện thế tức thời

$$\text{Ta có: } \begin{cases} I_x = I_1\cos\varphi_{i_1} + I_2\cos\varphi_{i_2} + \ldots \\ I_y = I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2\sin\varphi_{i_2} + \ldots \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \text{ và } \tan\varphi_i = \frac{I_y}{I_x} = \frac{I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2\sin\varphi_{i_2} + \ldots}{I_1\cos\varphi_{i_1} + I_2\cos\varphi_{i_2} + \ldots}$$

Chú ý: Trường hợp đặc biệt nên sử dụng phương pháp hình học để tính toán nhanh hơn.

Tổng trở của mạch điện: $Z = \dfrac{U}{I}$.

Công suất của mạch điện

$P = UI\cos\varphi_i$

hay $P = P_1 + P_2 + \ldots = R_1I_1^2 + R_2I_2^2 + \ldots$

B. NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

1. Với các bài toán về ***cường độ hiệu dụng của dòng điện, tổng trở của*** cần chú ý:

- Vẽ giản đồ vectơ cho các dòng điện (trục gốc là $\bar{U}$), với: $\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + ...$
- Từ giản đồ, dựa vào công thức tính I, $\tan\varphi_i$ ở mục 2 phần *Tóm tắt kiến* hoặc dựa vào các tam giác vectơ trên hình vẽ để tính I, φ_i.
- Tính tổng trở Z của mạch điện bằng công thức: $Z = \frac{U}{I}$.

2. Với các bài toán về ***lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện*** cần c

- Xác định I_0, φ_i như phần trên.
- Viết biểu thức của i: $i = I_0\cos(fa(u) + \varphi_i)$.

3. Với các bài toán về ***công suất của mạch điện*** cần chú ý:

- Công suất: Dùng một trong các công thức:
  $P = UI\cos\varphi = P_1 + P_2 + ... = R_1I_1^2 + R_2I_2^2 + ...$
- Hệ số công suất: Dùng công thức $\cos\varphi = \frac{P}{UI}$ hoặc dựa vào giản đồ để tính.

4. Với các bài toán về ***lập biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai điểm*** ***mạch điện*** cần chú ý:

- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các cường độ dòng điện với trục gốc là $\bar{U}$. Suy r vectơ quay $\bar{U}_1, \bar{U}_2 ...$ của các đoạn mạch thành phần.
- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các hiệu điện thế theo mối liên hệ giữa chúng. V $\bar{U} = \bar{U}_1 + \bar{U}_3, ...$
- Từ giản đồ, xác định vectơ hiệu điện thế cần tính.
- Viết các phương trình liên quan suy ra biểu thức hiệu điện thế cần xác định

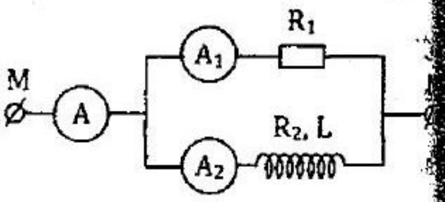
C. CÁC BÀI TẬP VỀ MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU SONG SONG

3.1. Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ: điện trở thuần $R_1 = 100\Omega$, cuộn thuần cảm có độ tự cảm L, các ampe kế có điện trở không đáng kể. Hiệu thế u_{MN} luôn có biểu thức: $u_{MN} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$.

a) Các ampe kế A_1 và A_2 chỉ cùng một giá trị. Ampe kế A chỉ $\sqrt{3}$ A. Hãy lập thức cường độ dòng điện tức thời của các dòng điện.

b) Tính điện trở hoạt động R_2 và hệ số tự cảm L của cuộn dây.

c) Thay cuộn tự cảm L bằng tụ điện có điện dung C. Lúc đó ampe kế A chỉ 1,25A. Tính số chỉ của ampe kế A_1 và A_2 lúc đó. Tính C.



Bài giải

Biểu thức của các dòng điện

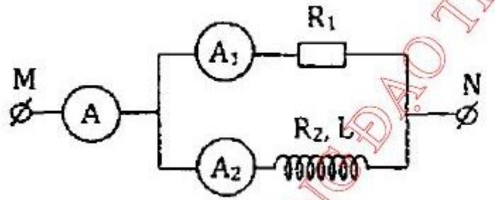
Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 1: $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{100}{100} = 1A$.

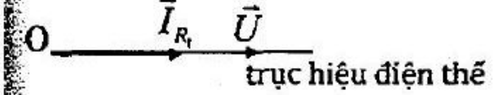
Vì số chỉ các ampe kế A_1 và A_2 như nhau nên: $I_2 = I_1 = 1A$.

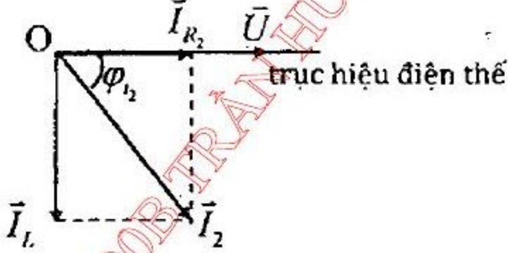
Mặt khác: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

Giản đồ vectơ:

$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = 1A \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases}; \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = 1A \\ \varphi_{i_2} \end{cases}; \vec{I}\begin{cases} I = \sqrt{3}A \\ \varphi_i \end{cases}$

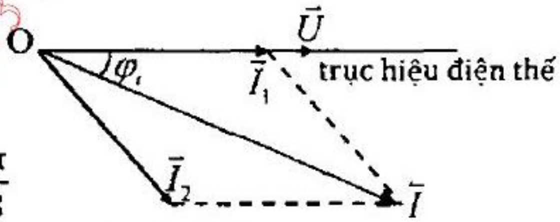

M
A
A₁
R₁
N
R₂, L
A₂


O
$\vec{I}_{R_1}$
$\vec{U}$
trục hiệu điện thế


O
$\vec{I}_{R_2}$
$\vec{U}$
φ_{i_2}
trục hiệu điện thế
$\vec{I}_L$
$\vec{I}_2$

Vì $I_1 = I_2$ nên $\varphi_i = \frac{\varphi_{i_2}}{2}$, từ giản đồ ở hình vẽ, vận dụng tính chất hình thoi ta có:

$I = 2I_1\cos\varphi_i \Rightarrow \cos\varphi_i = \frac{I}{2I_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}$


O
$\vec{U}$
φ_i
$\vec{I}_1$
trục hiệu điện thế
$\vec{I}_2$
$\vec{I}$

Từ các giản đồ suy ra: $\varphi_i = -\frac{\pi}{6}; \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3}$

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua các nhánh là:

$i_1 = \sqrt{2}\cos(100\pi t)A$

$i_2 = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)A$

$i = \sqrt{6}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)A$

Điện trở hoạt động R_2 và hệ số tự cảm L của cuộn dây

Tổng trở của nhánh 2: $Z_2 = \frac{U}{I_2} \Rightarrow \sqrt{R_2^2 + Z_{L_2}^2} = 100$ (1)

Mặt khác: $\tan\varphi_{i_2} = \frac{-Z_{L_2}}{R} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{Z_{L_2}}{R}$ (2)

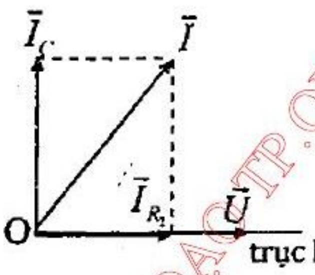
Từ (1) và (2): $R_2 = 50\Omega$; $Z_{L_2} = R\sqrt{3} = 50\sqrt{3}\Omega \Rightarrow L = 0{,}276H$.

Vậy: Điện trở hoạt động R_2 và hệ số tự cảm L của cuộn dây là $50\,\Omega$ và 0,276H.

c) Tính số chỉ các ampe kế và tính C khi thay L bằng C

- Khi thay cuộn tự cảm L bằng tụ điện có điện dung C, lúc đó đoạn mạch gồm và C mắc song song.
- Cường độ dòng điện tức thời qua ampe kế:

$i = i_{R_1} + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_{R_1} + \vec{I}_C$



- Giản đồ vectơ:

$\vec{I}_1\begin{cases} I_{R_1} \\ \varphi_{i_{R_1}} = 0 \end{cases}; \ \vec{I}_C\begin{cases} I_C \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

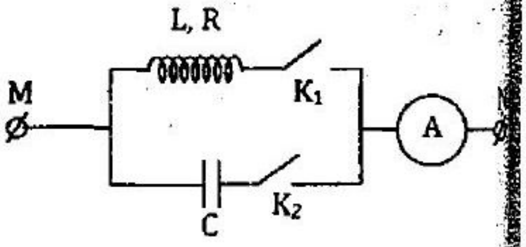
- Theo giản đồ, với $Z = \dfrac{U}{I} = \dfrac{100}{1{,}25} = 80\Omega$.

Suy ra: $\dfrac{1}{Z_C^2} = \dfrac{1}{80^2} - \dfrac{1}{100^2} \Rightarrow Z_C = \dfrac{400}{3}\Omega$

- Dung kháng của tụ điện là: $C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{3}{100\pi.400} = 2{,}39.10^{-5}F = 23{,}9\mu F$.
- Số chỉ của ampe kế A₁: $I_{R_1} = \dfrac{U}{R_1} = \dfrac{100}{100} = 1A$.
- Số chỉ của ampe kế A₂: $I_C = \dfrac{U}{Z_C} = \dfrac{100}{\dfrac{400}{3}} = 0{,}75A$.

Vậy: Số chỉ các ampe kế và điện dung C của tụ điện là 1A, 0,75A và $23{,}9\mu F$.

3.2. Cho mạch điện gồm một cuộn dây không thuần cảm có độ tự cảm L và một tụ điện có điện dung C như hình vẽ. Biết L = 31,8 mH, điện trở của ampe kế và các dây nối không đáng kể.



Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N luôn có biểu thức:

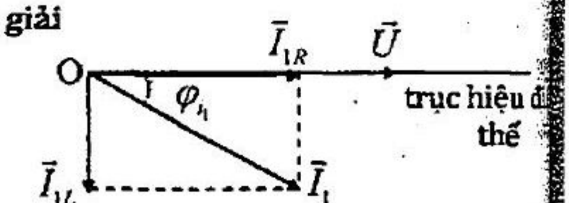
$u_{MN} = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$. Số chỉ của ampe kế không thay đổi khi một tro hai khóa đóng hoặc cả hai khóa đều đóng.

a) Tính điện trở hoạt động của cuộn dây và điện dung C của tụ điện.

b) Lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời của dòng điện qua ampe kế khi hai khóa đều đóng.

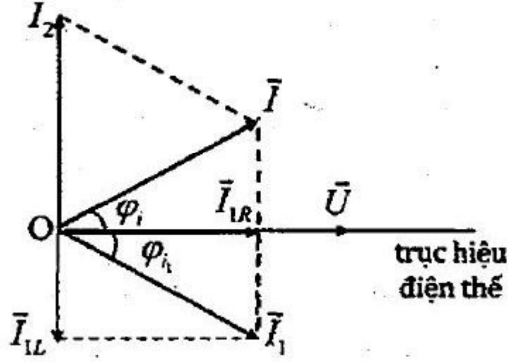
Bài giải

a) Tính R và C



- Khi khóa K₁ đóng, K₂ mở mạch chỉ chứa cuộn dây:
  + Cường độ dòng điện hiệu dụng:

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} . \quad (1)$$



+ Giản đồ vectơ: $\bar{I}_1 \begin{cases} I_1 \\ \varphi_{i_1} \end{cases}$

Khi khóa K₂ đóng, K₁ mở mạch chỉ chứa tụ điện:

+ Cường độ dòng điện hiệu dụng:

$$I_2 = \frac{U}{Z_C}.$$

+ Giản đồ vectơ: $\bar{I}_2 \begin{cases} I_2 \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Khi cả hai khóa đều đóng, mạch gồm hai nhánh song song:

+ Cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$.

+ Giản đồ vectơ: $\bar{I} \begin{cases} I \\ \varphi_i \end{cases}$

Theo bài ra: $I = I_1 = I_2$.

Từ giản đồ, ta thấy góc hợp bởi vectơ $\bar{I}_1$ và $\bar{I}$ là $\pi/3$, $\varphi_{i_2} = \pi/2$ nên góc giữa $\bar{I}$ và $\bar{U}$ là $\pi/6$, do đó góc giữa $\bar{I}_1$ và $\bar{U}$ là $\pi/6$.

Ta có: $\tan\varphi_{i_1} = \frac{-Z_L}{R} \Leftrightarrow \tan\left(\frac{-\pi}{6}\right) = \frac{-Z_L}{R} \Leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{Z_L}{R} \Rightarrow R = \sqrt{3}Z_L$ (2)

Thay (2) vào (1) ta được: $I_1 = \frac{U}{2Z_L} = \frac{220}{2.10} = 11A$.

$$\Rightarrow Z_C = \frac{U}{I_2} = \frac{220}{11} = 20\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{100\pi.20}F \approx 159\mu F$$

Vậy: Điện dung của tụ điện là C = 159 μF; điện trở của cuộn dây là $R = 10\sqrt{3} = 17,3\Omega$.

Biểu thức cường độ dòng điện tức thời của dòng điện qua ampe kế khi cả hai khóa đều đóng

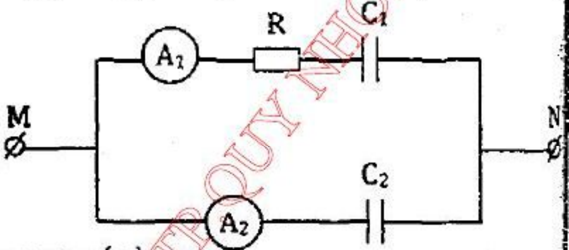
Cường độ dòng điện cực đại trong mạch chính: $I_0 = I\sqrt{2} = 11\sqrt{2}A$.

Cường độ dòng điện tức thời i sớm pha hơn u một góc π/6, do đó biểu thức của i là:

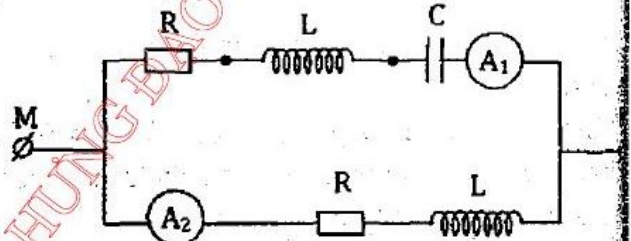
$$i = 11\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A) \text{ hay } i = 15,5\cos(100\pi t + 0,523)(A)$$

3.3. Cho hai mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ sau:

$$\begin{cases} R = 173 \approx 100\sqrt{3}\Omega \\ C_1 = 31{,}8\mu F \approx \dfrac{1}{\pi}.10^{-4}F; \\ C_2 = \dfrac{C_1}{2} \\ u_{MN} = 282\cos100\pi t(V) \approx 200\sqrt{2}\cos100\pi t(V) \end{cases}$$



$$\begin{cases} R = 100\Omega \\ L = 0{,}159H \approx \dfrac{1}{2\pi}H; \\ C = 31{,}8\mu F \approx \dfrac{1}{\pi}.10^{-4}F \\ u_{MN} = 141\cos100\pi t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V) \end{cases}$$



Dây nối và các ampe kế có điện trở không đáng kể. Với mỗi mạch điện, hãy:

a) Tính số chỉ của các ampe kế.

b) Lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời của dòng điện mạch chính.

Bài giải

a) Số chỉ các ampe kế

* *Xét mạch 1*:

- Dung kháng:

$$Z_{C_1} = \frac{1}{C_1\omega} = \frac{1}{\dfrac{10^{-4}}{\pi}.100\pi} = 100\Omega;\ Z_{C_2} = \frac{2}{C_1\omega} = 2Z_{C_1} = 2.100 = 200\Omega.$$

- Tổng trở nhánh 1: $Z_1 = \sqrt{R^2 + Z_{C_1}^2} = \sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2 + 100^2} = 200\Omega$.

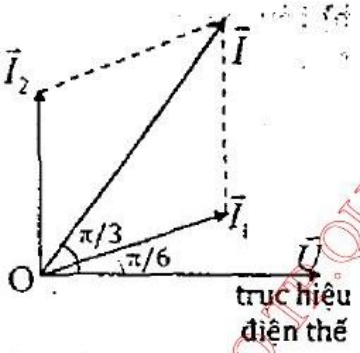
- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 1: $I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{200}{200} = 1A$.

- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 2: $I_2 = \dfrac{U}{Z_{C_2}} = \dfrac{200}{200} = 1A$.

- Số chỉ ampe kế A:
  - + Ta có: $i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.
  - + Vì i_1 sớm pha hơn u một góc φ_{i_1}, với:

$$\tan\varphi_{i_1} = \frac{Z_{C_1}}{R} = \frac{100}{100\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{6},$$ suy ra i_2 sớm pha hơn u

góc: $\varphi_{i_2} = \dfrac{\pi}{2}$.



+ Giản đồ vectơ:

$$\vec{I}_1\begin{cases} I_1 = 1A \\ \varphi_{i_1} = \dfrac{\pi}{6} \end{cases};\ \vec{I}_2\begin{cases} I_2 = 1A \\ \varphi_{i_2} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}.$$

+ Theo giản đồ, vận dụng tính chất hình thoi, ta có:

$$I = 2I_1\cos\frac{\pi}{6} = 2.1.\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}A = 1,73A$$

Vậy: Với mạch 1, số chỉ các ampe kế là $I_1 = I_2 = 1A$ và $I = 1,73A$.

Xét mạch 2:

Ta có: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{31,8.10^{-6}.314} = 100\Omega$; $Z_L = L\omega = 0,159.314 = 50\Omega$.

Tổng trở nhánh 1: $Z_1 = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (50-100)^2} = 50\sqrt{5}\,\Omega$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 1: $I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{100}{50\sqrt{5}} = \dfrac{2}{\sqrt{5}}A \approx 0,894A$

Tổng trở nhánh 2: $Z_2 = \sqrt{R^2 + Z_L{}^2} = \sqrt{100^2 + 50^2} = 50\sqrt{5}\,\Omega$

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 2: $I_2 = \dfrac{U}{Z_2} = \dfrac{100}{50\sqrt{5}} = \dfrac{2}{\sqrt{5}}A \approx 0,894A$

Số chỉ ampe kế A:

+ Ta có: $i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$.

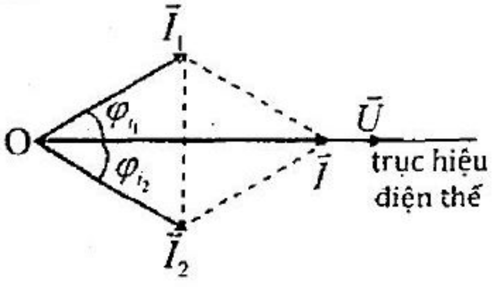
+ Góc lệch pha φ_{i_1} của i_1 so với u là:

$$\tan\varphi_{i_1} = -\frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{Z_C - Z_L}{R} = \frac{100-50}{100} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_{i_1} \approx \frac{26\pi}{180}\text{rad.}$$

+ Góc lệch pha φ_{i_2} của i_2 so với u là:

$$\tan\varphi_{i_2} = -\frac{Z_L}{R} = \frac{-50}{100} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_{i_2} \approx \frac{-26\pi}{180}\text{rad.}$$

+ Giản đồ vectơ quay:



$$\vec{I}_1\begin{cases} I_1 = \dfrac{2}{\sqrt{5}}A \\ \varphi_{i_1} = \dfrac{26\pi}{180} \end{cases};\ \vec{I}_2\begin{cases} I_2 = \dfrac{2}{\sqrt{5}}A \\ \varphi_{i_2} = -\dfrac{26\pi}{180} \end{cases}$$

+ Theo giản đồ vectơ, vận dụng tính chất hình thoi, ta có:

$$I = 2I_1\cos\varphi_{i_1} = 2.\frac{2}{\sqrt{5}}\cos\left(\frac{26\pi}{180}\right) = 1,6A$$

Vậy: Với mạch 2, số chỉ các ampe kế là $I_1 = I_2 = 0,894A$ và $I = 1,6A$.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của mạch chính

* *Với mạch 1:*

Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = 1,73.\sqrt{2} = 2,45A$.

Vì $I_1 = I_2$ và góc hợp giữa $\overline{I}_1$ và $\overline{I}_2$ là $\pi/3$ nên i sớm pha hơn u một góc $\pi/3$.

$$\Rightarrow i = 2,45\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A).$$

* *Với mạch 2:*

Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = 1,6.\sqrt{2} = 2,26A$.

Vì $I_1 = I_2$ và i cùng pha với u nên $\varphi_i = 0$.

$$\Rightarrow i = 2,26\cos(100\pi t)(A).$$

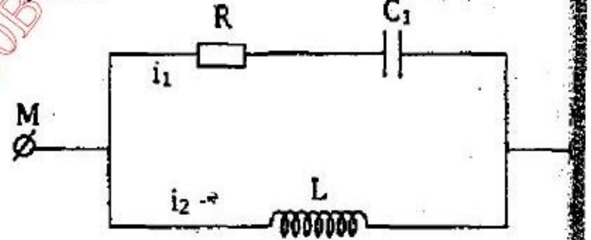
Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của mạch chính trong hai trường hợp

$$i = 2,45\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A) \text{ và } i = 2,26\cos(100\pi t)(A).$$

3.4. Cho đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như hình vẽ. Cho b $R = 20\Omega$; $C = 100\mu F$. Biểu thức của cường độ tức thời trong mạch chính và h điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch là:

$u_{AB} = 100\cos 500t(V)$,

$i = 2,5\cos 500t(A)$



Hãy tính:

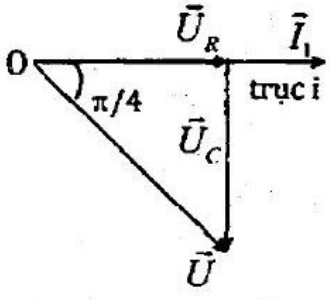
a) Hệ số tự cảm L của cuộn dây.

b) Các cường độ hiệu dụng của dòng điện trong hai mạch nhánh song song.

Bài giải

a) Tính L

- Dung kháng tụ điện: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{10^{-4}.500} = 20\Omega$; $Z_C = R = 20\Omega$.
- Tổng trở nhánh 1: $Z_1 = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 20\sqrt{2}\Omega$.
- Vì hiệu điện thế u hai đầu nhánh 1 trễ pha $\pi/4$ so với i_1 nên từ giản đồ vectơ, ta có:



$$Z_L = Z_1\sin\frac{\pi}{4} = 20\sqrt{2}.\frac{1}{\sqrt{2}} = 20\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{40}{100} = 0,08H$$

Vậy: Độ tự cảm của cộn dây là 0,08H.

) Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong hai nhánh song song

Độ lệch pha của i_1 so với u: $\tan\varphi_{i_1} = \frac{Z_C}{R} = \frac{20}{20} = 1 \Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{4} > 0$: i_1 sớm pha u một góc $\pi/4$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng nhánh 1: $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{50\sqrt{2}}{20\sqrt{2}} = 2{,}5A$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua nhánh 2: $I_2 = \frac{U}{Z_C} = \frac{50\sqrt{2}}{40} = 1{,}77A$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong hai nhánh song song là 2,5A và 1,77A.

3.5. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: f = 50Hz; B là cuộn cảm, các ampe kế có điện trở không đáng kể, chỉ các giá trị lần lượt là:

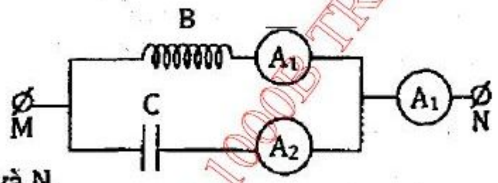
$I_A = 7{,}5A; I_{A_1} = 10{,}0A; I_{A_2} = 3{,}5A$.

) Hãy giải thích tại sao với các giá trị đo được của cường độ dòng điện hiệu dụng trong các mạch, có thể khẳng định điện trở hoạt động của cuộn dây không thể bỏ qua.

) Cho biết L = 127 mH, hãy tính:

Điện trở hoạt động của ống dây và điện dung C của tụ điện.

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm M và N.



Bài giải

Giải thích

Giả sử cuộn dây thuần cảm, khi đó: $i = i_C + i_L \Leftrightarrow \bar{I} = \bar{I}_C + \bar{I}_L$.

$\Rightarrow$ i_C sớm pha hơn u một góc $\pi/2$ còn i_L trễ pha hơn u một góc $\pi/2$, suy ra i_C và i_L ngược pha.

Do đó: $I = I_C - I_L$.

Dựa vào số chỉ của các ampe kế, ta có: $I \neq I_C - I_L$.

Vậy: Điện trở hoạt động của cuộn dây không thể bỏ qua.

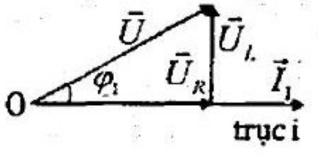
) Tính R, C và U_{MN}

Ta có: $Z_L = L\omega = 0{,}127.100\pi = 40\Omega$

Xét nhánh thứ nhất: Chọn trục gốc là trục của cường độ dòng điện, ta có giản đồ như sau:

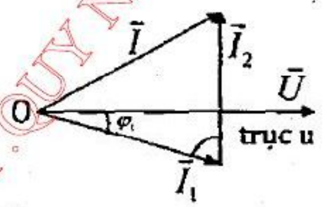
$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$;

$\sin\varphi_1 = \frac{U_L}{U} = \frac{Z_L}{Z_1}$ (1)



$\Rightarrow$ i_1 trễ pha so với u một góc φ_1.

- Xét nhánh thứ hai: Ta có: $Z_C = \frac{1}{C\omega}$; $I_2 = \frac{U}{Z_C} \Rightarrow$ i_2 sớm pha hơn $\pi/2$ so với u.
- Cường độ dòng điện trong mạch chính:
  $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$.



- Chọn trục trục gốc là trục hiệu điện thế, ta có giản đồ như hình vẽ:

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)$$ (định lí hàm số cosin)

$$\Leftrightarrow I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\sin\varphi_1 \Rightarrow \sin\varphi_1 = \frac{I_1^2 + I_2^2 - I^2}{2I_1I_2} = \frac{10^2 + 3{,}5^2 - 7{,}5^2}{2.10.3{,}5} = 0{,}8 \quad (2$$

- Thay (2) vào (1): $Z_1 = \frac{Z_L}{\sin\varphi_1} = \frac{40}{0{,}8} = 50\Omega \Leftrightarrow R^2 + 40^2 = 50^2 \Rightarrow R = 30\Omega$.
- Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch: $U_{MN} = I_1Z_1 = 10.50 = 500V$.
- Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{U}{I_2} = \frac{500}{3{,}5} = 142{,}9\Omega$.

$$\Rightarrow C = \frac{1}{142{,}9.100\pi} = 22{,}28.10^{-6}F.$$

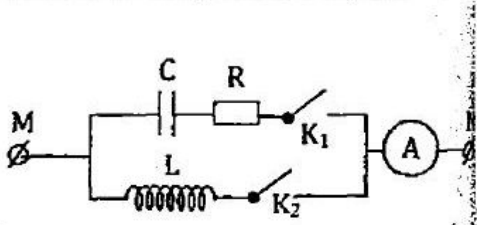
Vậy: Điện trở của ống dây là $30\,\Omega$, điện dung của tụ điện là $22{,}28.10^{-6}$F và hi điện thế giữa M và N là 500V.

3.6. Cho mạch điện như hình vẽ, trong đó tụ điện có $C = \frac{2}{\pi}.10^{-3}F$, cuộn dây thu cảm có độ tự cảm L, điện trở thuần R. Bỏ qua điện trở của các ampe kế, c khóa và dây nối. Hiệu điện thế giữa M và N luôn có biểu thứ $u_{MN} = 100\sqrt{2}\cos100\pi t\,(V)$.

Khi chỉ đóng một trong hai khóa, ampe kế có số chỉ không đổi là $10\sqrt{2}$A.

a) Tính R và L.

b) Tính số chỉ của ampe kế khi cả hai khóa đều đóng. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính trong trường hợp này.



Bài giải

a) Tính R và L

- Khi chỉ có một khóa đóng, số chỉ của ampe kế là cường độ dòng điện hiệu du qua nhánh tương ứng.
- Khi khóa K_1 đóng, khóa K_2 mở, ta có: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{2}{\pi}.10^{-3}.100\pi} = 5\Omega$

$$I=\frac{U}{Z_1}=\frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}\Leftrightarrow 10\sqrt{2}=\frac{100}{\sqrt{R^2+5^2}}\Rightarrow R=5\Omega.$$

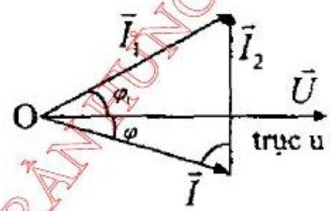
Khi khóa K₂ đóng, khóa K₁ mở, ta có:

$$I=\frac{U}{Z_L}\Leftrightarrow 10\sqrt{2}=\frac{100}{Z_L}\Rightarrow Z_L=5\sqrt{2}\Omega\Rightarrow L=\frac{5\sqrt{2}}{100\pi}=22{,}5.10^{-3}H.$$

Vậy: R = 5Ω, L = 22,5mH.

Tính số chỉ của ampe kế khi cả hai khóa đều đóng và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính trong trường hợp này

Cường độ dòng điện trong mạch chính: $i=i_1+i_2\Leftrightarrow \vec{I}=\vec{I}_1+\vec{I}_2$.



Khi K₁ đóng, K₂ mở, ta có: $I_1=10\sqrt{2}A$;

$$\tan\varphi_1=\frac{-Z_C}{R}=\frac{-5}{5}=-1\Rightarrow\varphi_1=-\frac{\pi}{4}$$

⇒ u trễ pha π/4 so với i₁.

Khi K₂ đóng, K₁ mở, ta có: $I_2=10\sqrt{2}A$, i₂ sớm pha π/2 so với u.

Khi cả hai khóa đều đóng, ta có giản đồ vectơ:

$I^2=I_1^2+I_2^2-2I_1I_2\sin\varphi_1$, với $\sin\varphi_1=\frac{Z_L}{Z_1}=\frac{5}{5\sqrt{2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow I=\sqrt{2I_1^2-2I_1^2\sin\varphi_1}=\sqrt{2\left(10\sqrt{2}\right)^2\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)}=10{,}82A.$$

$$\Rightarrow I_0=I\sqrt{2}=10{,}82.\sqrt{2}=15{,}3A.$$

Độ lệch pha giữa u và i: $\tan\varphi=\dfrac{I_2-I_1\sin\varphi_1}{I_1\cos\varphi_1}=\dfrac{1-\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}=0{,}141>0$

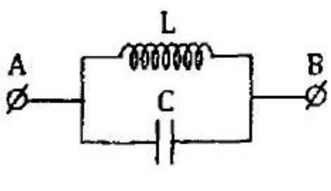
$$\Rightarrow\varphi=\frac{\pi}{8}=0{,}393\text{rad};\ fa(i)=fa(u)-\varphi=314t-0{,}393$$

$$\Rightarrow i=15{,}3\cos(314t-0{,}393)(A)$$

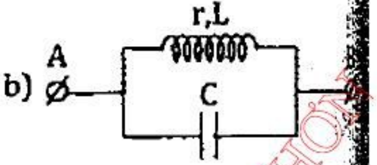
Vậy: Khi cả hai khóa đều đóng, ampe kế chỉ 10,82A và biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính có dạng: $i=15{,}3\cos(314t-0{,}393)(A)$.

7. Hình vẽ sau đây là sơ đồ cấu tạo của các đoạn mạch xoay chiều hoạt động ở tần số f = 50Hz.

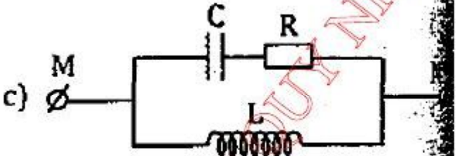
$$\begin{cases}L=95{,}4mH\approx\dfrac{3}{10\pi}H\\ C=318\mu F\approx\dfrac{10^{-3}}{\pi}F\end{cases}$$ (cuộn dây thuần cảm)

a)


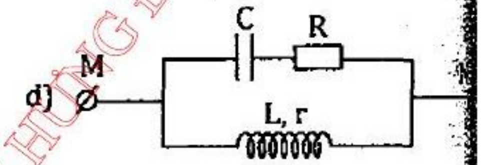
$$\begin{cases} L = 31{,}8\text{mH} \approx \dfrac{1}{10\pi}\text{H};\ r = 17{,}3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ C = 159\mu\text{F} \approx \dfrac{10^{-3}}{2\pi}\text{F} \end{cases}$$



$$\begin{cases} C = 318\mu\text{F} \approx \dfrac{10^{-3}}{\pi}\text{F} \\ L = 63{,}6\text{mH} \approx \dfrac{1}{5\pi}\text{H}\ \text{(cuộn dây thuần cảm)} \\ R = 17{,}3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \end{cases}$$



$$\begin{cases} C = 318\mu\text{F} \approx \dfrac{10^{-3}}{\pi}\text{F} \\ L = 31{,}8\text{mH} \approx \dfrac{1}{10\pi}\text{H};\ r = 10\Omega \\ R = 10\Omega \end{cases}$$

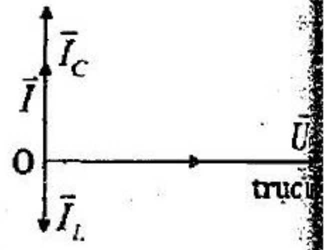


Với mỗi đoạn mạch cho trên, người ta muốn thay thế bằng đoạn mạch nối gồm một số tối thiểu linh kiện (R, L, C) sao cho dòng điện giữa M và N có cư độ tức thời bằng nhau. Hãy xác định giá trị các linh kiện này cho mỗi trư hợp.

Bài giải

Để tìm số linh kiện tối thiểu trong đoạn mạch nối tiếp sao cho cường độ d điện tức thời có cường độ bằng nhau trong đoạn mạch, trước hết cần phải biểu thức của i trong mỗi đoạn mạch, từ đó dựa vào quan hệ pha giữa u trong mạch có thể tìm được số linh kiện tối thiểu.

a) Đoạn mạch (a):



- Dung kháng: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega$.
- Cảm kháng: $Z_L = L\omega = \dfrac{3}{10\pi}.100\pi = 30\Omega$.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua C: $I_C = \dfrac{U}{Z_C} = \dfrac{U}{10}$.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng qua L: $I_L = \dfrac{U}{Z_L} = \dfrac{U}{30}$.

(i_C sớm pha $\pi/2$ so với u_{AB})

- Cường độ dòng điện tức thời i trong mạch chính:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$

Giản đồ vectơ: Vì i_C và i_L ngược pha nhau, $I_C > I_L$ nên từ giản đồ suy ra:

$I = I_C - I_L = \dfrac{U}{10} - \dfrac{U}{30} = \dfrac{U}{15}$ và i sớm pha π/2 so với u_{MN}.

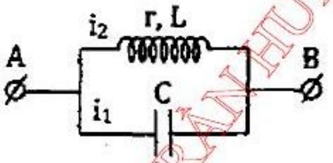
Thay thế đoạn mạch trên bằng đoạn mạch nối tiếp sao cho dòng điện giữa A và B có cường độ tức thời bằng nhau. Trong đoạn mạch điện gồm các linh kiện (R, L, C) nối tiếp có i sớm pha π/2 hơn u_{MN} thì đoạn mạch chứa số linh kiện ít nhất là chỉ có tụ C'.

Khi đó: $I = I' \Leftrightarrow \dfrac{U}{15} = \dfrac{U}{Z_{C'}} \Rightarrow Z_{C'} = 15\Omega \Rightarrow C' = \dfrac{1}{100\pi.15} \approx 212.10^{-6}F$.

Vậy: Linh kiện tối thiểu trong đoạn mạch nối tiếp đó là C' = 212.10^{-6}F.

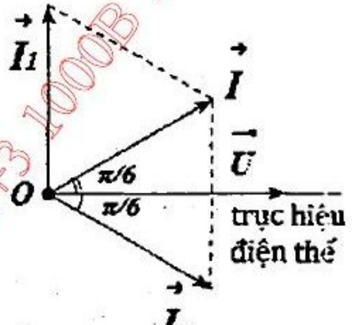
Đoạn mạch (b):

Với nhánh 1, ta có: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{2\pi}.100\pi} = 20\Omega$.



và $I_1 = \dfrac{U}{Z_C} = \dfrac{U}{20}$, i_1 sớm pha π/2 so với u_{AB}.

Với nhánh 2, ta có: $Z_L = L\omega = \dfrac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$.



$\Rightarrow Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2} = 20\Omega$.

và $I_2 = \dfrac{U}{Z_d} = \dfrac{U}{20}$; $\tan\varphi_{i_2} = -\dfrac{Z_L}{r} = -\dfrac{10}{10\sqrt{3}} = -\dfrac{1}{\sqrt{3}}$.

$\Rightarrow \varphi_{i_2} = -\dfrac{\pi}{6}$: i_2 trễ pha π/6 so với hiệu điện thế.

Cường độ dòng điện tức thời i trong mạch chính:

$i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$

Vì $I_1 = I_2$; góc hợp giữa $\vec{I}_2$ và $\vec{U}$ là π/6, góc hợp giữa $\vec{I}_1$ và $\vec{U}$ là $\dfrac{\pi}{2}$ nên góc hợp giữa $\vec{I}_1$ và $\vec{I}_2$ là $\dfrac{2\pi}{3}$. Vậy $\vec{I}$ là phân giác của góc $I_1\hat{O}I_2$. Do đó i sớm pha hơn u một góc π/6 và $I = I_1 = I_2 = \dfrac{U}{20}$.

Thay thế đoạn mạch trên bằng đoạn mạch nối tiếp sao cho dòng điện giữa A và B có cường độ tức thời bằng nhau. Trong đoạn mạch điện gồm các linh kiện (R, L, C) nối tiếp có i sớm pha π/6 hơn u_{MN} thì đoạn mạch chứa số linh kiện ít nhất là R' và C' mắc nối tiếp.

Khi đó: $\tan\varphi_i = \frac{Z_{C'}}{R'} \Leftrightarrow \tan\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{Z_{C'}}{R'} \Rightarrow R' = \sqrt{3}Z_{C'}$.

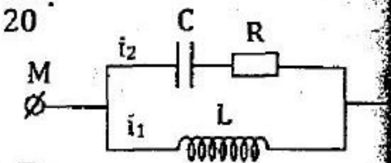
$Z' = \sqrt{R'^2 + Z_{C'}^2} = 2Z_{C'}$

Vì $I = I' \Leftrightarrow \frac{U}{20} = \frac{U}{2Z_{C'}} \Rightarrow Z_{C'} = 10\Omega \Rightarrow C' = \frac{1}{\omega Z_{C'}} = \frac{1}{100\pi.10} = 318.10^{-6}F$.

và $R' = 10\sqrt{3}\Omega \approx 17,3\Omega$.

Vậy: Linh kiện tối thiểu trong mạch nối tiếp đó là: $R' = 17,3\Omega$ và $C' = 318.10$

c) Đoạn mạch (c)



- Nhánh 1: $Z_L = L\omega = \frac{1}{5\pi}.100\pi = 20\Omega$; $I_1 = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{20}$.

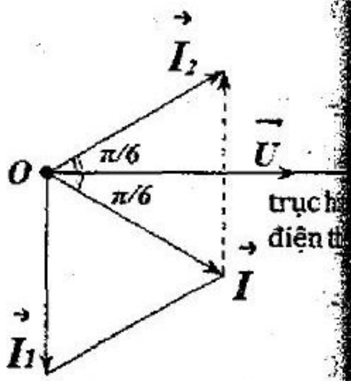
  i_1 trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với $u_{MN} \Rightarrow \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{2}$.

- Nhánh 2: $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega$; $R = 10\sqrt{3}\Omega$.

  $Z_2 = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2} = 20\Omega$; $I_2 = \frac{U}{Z_2}$ U

  $\tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_C}{R} = \frac{10}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

  $\Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6}$ (i_2 sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{MN}).



- Cường độ dòng điện trong mạch chính:

  $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$.

- Giản đồ vectơ như hình vẽ:

  Vì $I_1 = I_2$ và góc hợp giữa $\bar{I}_2$ và $\bar{U}$ là $\pi/6$, góc hợp giữa $\bar{I}_1$ và $\bar{U}$ là $\frac{\pi}{2}$ nên

  hợp giữa $\bar{I}_1$ và $\bar{I}_2$ là $\frac{2\pi}{3}$. Vậy $\bar{I}$ là phân giác của góc $I_1\hat{O}I_2$. Do đó i trễ pha

  u_{MN} một góc $\pi/6$ và $I = I_1 = I_2 = \frac{U}{20}$.

- Thay thế đoạn mạch trên bằng đoạn mạch nối tiếp sao cho dòng điện giữa B có cường độ tức thời bằng nhau. Trong đoạn mạch điện gồm các linh kiện L, C) nối tiếp có i trễ pha $\pi/6$ hơn u_{MN} thì đoạn mạch chứa số linh kiện ít nh L' và R' mắc nối tiếp.

  Khi đó: $\tan\varphi_u = \frac{Z_{L'}}{R'} \Leftrightarrow \tan\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{Z_{L'}}{R'} \Rightarrow R' = \sqrt{3}Z_{L'} = 17,3\,\Omega$.

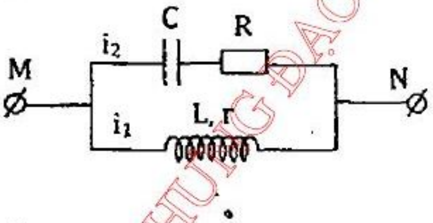
$Z' = \sqrt{R'^2 + Z_{L'}^2} = \sqrt{(\sqrt{3}Z_{L'})^2 + Z_{L'}^2} = 2Z_{L'}$

Vì $I = I' \Leftrightarrow \dfrac{U}{20} = \dfrac{U}{2Z_{L'}} \Rightarrow Z_{L'} = 10\Omega \Rightarrow L' = \dfrac{Z_{L'}}{\omega} = \dfrac{10}{100\pi} = 0{,}0318H = 31{,}8mH.$

Vậy: Linh kiện tối thiểu trong mạch nối tiếp đó là: $R' = 17{,}3\,\Omega$ và $L' = 31{,}8mH$.

Đoạn mạch (d)

Xét nhánh 1: $Z_L = L\omega = \dfrac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega;\ r = 10\Omega$.



$Z_1 = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}\Omega$

$I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{U}{10\sqrt{2}}$ (1)

$\tan\varphi_{i_1} = -\dfrac{Z_L}{r} = -1 < 0 \Rightarrow \varphi_{i_1} = -\dfrac{\pi}{4}$: i_1 trễ pha $\dfrac{\pi}{4}$ so với u_{MN}.

Xét nhánh 2: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = 10\Omega;\ R = 10\Omega$.

$Z_2 = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}\Omega$.

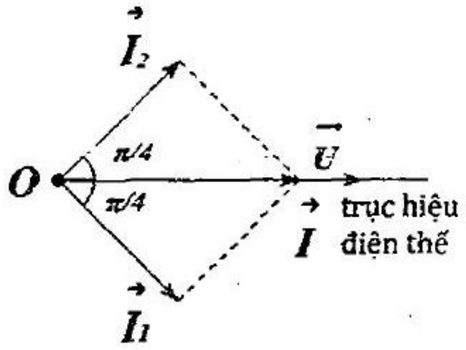
$I_2 = \dfrac{U}{Z_2} = \dfrac{U}{10\sqrt{2}}$ (2)

$\tan\varphi_{i_2} = \dfrac{Z_C}{r} = 1 > 0 \Rightarrow \varphi_{i_2} = \dfrac{\pi}{4}$: i_2 sớm pha $\dfrac{\pi}{4}$ so với u_{MN}.

Cường độ dòng điện trong mạch chính: $i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$.

Giản đồ vectơ như hình vẽ: Vì $I_1 = I_2$ và góc hợp giữa $\vec{I}_2$ và $\vec{U}$ là $\pi/4$, góc hợp giữa $\vec{I}_1$ và $\vec{U}$ là $\dfrac{\pi}{4}$ nên góc hợp giữa $\vec{I}_1$ và $\vec{I}_2$ là $\dfrac{\pi}{2}$. Vậy $\vec{I}$ là phân giác của góc $\widehat{I_1OI_2}$. Do đó i cùng pha với u_{MN} và $I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = I_1\sqrt{2} = \dfrac{U\sqrt{2}}{10\sqrt{2}}$.

Thay thế đoạn mạch gồm hai nhánh song song nói trên bằng một đoạn mạch nối tiếp sao cho cường độ dòng điện tức thời bằng nhau, nghĩa là trong mạch nối tiếp lúc này có i và u_{MN} cùng pha. Vì vậy, số linh kiện tối thiểu mà đoạn mạch chứa là R'.



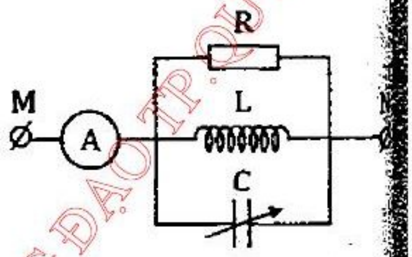
Ta có: $I' = I \Leftrightarrow \dfrac{U}{R'} = \dfrac{U\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} \Rightarrow R' = 10\Omega$.

Vậy: Số linh kiện tối thiểu là: $R' = 10\Omega$.

3.8. Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ, trong đó R là điện trở thuần, số tự cảm của cuộn dây thuần cảm, C là điện dung của tụ điện có giá trị thay được. Điện trở của dây nối và của ampe kế đều không đáng kể. Hiệu điện giữa M và N luôn có biểu thức: $u_{MN} = U\sqrt{2}\cos\omega t\,(V)$, với U là hiệu điện thế dụng.

a) Khi tăng dần liên tục giá trị C của tụ điện, người ta thấy ampe kế A chỉ cùng một số đo với hai giá trị khác nhau C_1, C_2 của điện dung. Giải thích.

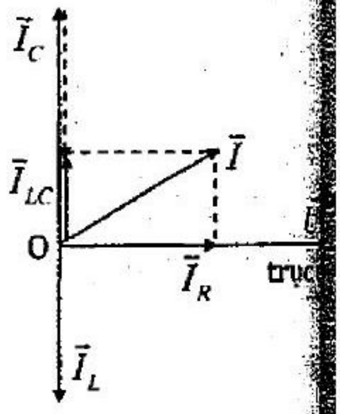
b) Cho biết $C_1 = 25{,}0\mu F$; $C_2 = 50{,}0\mu F$; $f = 50Hz$. Hãy tính hệ số tự cảm L của cuộn dây.



Bài giải

a) Giải thích

- Xét nhánh thứ nhất:
  - + Cường độ dòng điện hiệu dụng: $I_R = \dfrac{U}{R}$.
  - + Cường độ dòng điện tức thời i_R cùng pha với hiệu điện thế hai đầu mạch u_{MN}.
- Xét nhánh thứ hai:
  - +Cường độ dòng điện hiệu dụng: $I_L = \dfrac{U}{Z_L}$.
  - +Cường độ dòng điện tức thời i_L trễ pha $\pi/2$ so với hiệu điện thế u_{MN}.
- Xét nhánh thứ ba:
  - + Cường độ dòng điện hiệu dụng: $I_C = \dfrac{U}{Z_C}$.
  - + Cường độ dòng điện tức thời i_C sớm pha $\pi/2$ so với hiệu điện thế u_{MN}.



- Cường độ tức thời của dòng điện mạch chính là:

$$i = i_R + i_L + i_C \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

- Giản đồ vectơ như hình bên.
- Từ giản đồ, ta có: $I = \sqrt{I_R^2 + \left(I_L - I_C\right)^2} = U\sqrt{\dfrac{1}{R^2} + \left(\dfrac{1}{Z_L} - \dfrac{1}{Z_C}\right)^2}$.
- Vì R, Z_L không thay đổi khi C thay đổi, do đó khi C ở các giá trị C_1 và C_2 sao lệch pha so với u một góc bằng nhau thì I hiệu dụng không đổi:

$$I_1 = I_2 \Leftrightarrow U\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_{C_1}}\right)^2} = U\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_{C_2}}\right)^2}$$

$$\frac{1}{Z_L}-\frac{1}{Z_{C_1}}=-\frac{1}{Z_L}+\frac{1}{Z_{C_2}} \Leftrightarrow \frac{2}{Z_L}=\frac{1}{Z_{C_1}}+\frac{1}{Z_{C_2}} \Leftrightarrow \frac{2}{L\omega}=(C_1+C_2)\omega$$

$$\Rightarrow C_1+C_2=\frac{2}{L\omega^2}$$

Vậy: Hệ thức giữa C_1, C_2 với cùng số chỉ ampe kế là $C_1+C_2=\frac{2}{L\omega^2}$.

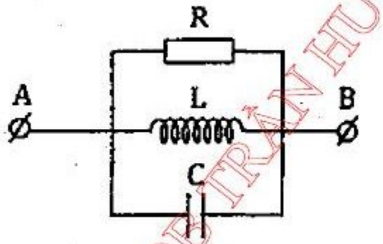
Hệ số tự cảm L của cuộn dây.

Ta có: $L=\frac{2}{(C_1+C_2)\omega^2}=\frac{2}{(25+50).10^{-6}.(100\pi)^2}=0{,}267\text{H}=267\text{mH}$.

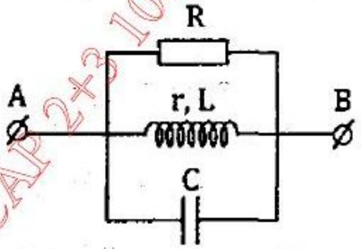
Vậy: Hệ số tự cảm của cuộn dây là L = 267mH.

9: Cho hai mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ như hình sau đây:

$$\begin{cases} L=31{,}8\text{mH}\approx\frac{1}{10\pi}\text{H} \\ C=318\mu\text{F}\approx\frac{1}{\pi}.10^{-3}\text{F} \\ R=40\Omega \end{cases}$$



$$\begin{cases} L=31{,}8\text{mH}\approx\frac{1}{10\pi}\text{H};\ r=10\sqrt{3}\Omega \\ C=79{,}5\mu\text{F}\approx\frac{1}{4\pi}.10^{-3}\text{F} \\ R=10\Omega \end{cases}$$



Hiệu điện thế xoay chiều giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB}=169\cos314t(\text{V})\approx120\sqrt{2}\cos100\pi t(\text{V})$

Hãy lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua các nhánh và mạch chính.

Bài giải

Đoạn mạch (a):

Nhánh chỉ chứa R: $I_{0R}=\frac{U_0}{R}=\frac{120\sqrt{2}}{40}=3\sqrt{2}(\text{A})$

i_R cùng pha với u_{AB} nên $\varphi_{i_R}=0$.

Vậy: Biểu thức của i_R là $i_R=3\sqrt{2}\cos100\pi t(\text{A})=4{,}4\cos100\pi t(\text{A})$.

Nhánh chỉ chứa cuộn dây thuần cảm L:

$$I_{0L}=\frac{U_0}{Z_L}=\frac{120\sqrt{2}}{\frac{1}{10\pi}.100\pi}=12\sqrt{2}(\text{A})$$

i_L trễ pha $\pi/2$ với u_{AB} nên $\varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2}$.

Vậy: Biểu thức của i_L là $i_L = 12\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(A) = 17\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)($A

- Nhánh chỉ chứa tụ điện C:

$$I_{0C} = \frac{U_0}{Z_C} = \frac{U_0}{\dfrac{1}{C\omega}} = 120\sqrt{2}.\frac{1}{\pi}.10^{-3}.100\pi = 12\sqrt{2}(A)$$

i_C sớm pha $\pi/2$ với u_{AB} nên $\varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2}$.

Vậy: Biểu thức của i_C là $i_C = 12\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)(A) = 17\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)($A

b) Đoạn mạch (b):

- Nhánh chỉ chứa R: $I_{0R} = \dfrac{U_0}{R} = \dfrac{120\sqrt{2}}{10} = 12\sqrt{2}(A)$

i_R cùng pha với u_{AB} nên $\varphi_{i_R} = 0$.

Vậy: Biểu thức của i_R là $i_R = 12\sqrt{2}\cos 100\pi t(A) = 17\cos 100\pi t(A)$.

- Nhánh chứa cuộn dây không thuần cảm r, L:

Ta có:

$$Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega;\ r = 10\sqrt{3}\Omega;\ Z_d = \sqrt{r^2+Z_L^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2+10^2} = 20$$

$$I_{0d} = \frac{U_0}{Z_d} = \frac{120\sqrt{2}}{20} = 6\sqrt{2}A.$$

$$\tan\varphi_d = \frac{-Z_L}{r} = \frac{-10}{10\sqrt{3}} = \frac{-1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_d = -\frac{\pi}{6}.$$

Vậy: Biểu thức của i_d là:

$$i_d = 6\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A) = 8{,}46\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A)$$

- Nhánh chỉ chứa tụ điện C: $I_{0C} = \dfrac{U_0}{Z_C} = \dfrac{U_0}{\dfrac{1}{C\omega}} = 120\sqrt{2}.\dfrac{1}{4\pi}.10^{-3}.100\pi = 3\sqrt{2}A$

i_C sớm pha $\pi/2$ với u_{AB} nên $\varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2}$.

Vậy: Biểu thức của i_C là:

$$i_C = 3\sqrt{2}\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A) = 4{,}23\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A).$$

10. Mạch điện xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ, trong đó R là điện trở thuần, L hệ số tự cảm của cuộn dây thuần cảm, C là điện dung của tụ điện. Điện trở của các khóa và của ampe kế đều không đáng kể. Hiệu điện thế giữa M và N luôn có biểu thức: $u_{MN} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$

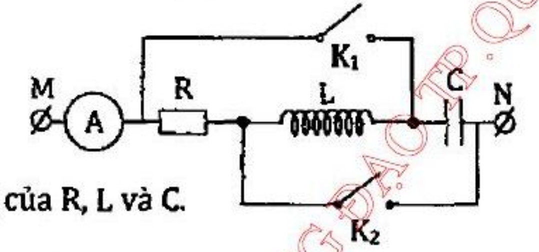
Người ta nhận thấy trong ba trường hợp:

K_1 đóng, K_2 mở;

K_1 mở, K_2 đóng;

K_1, K_2 đều mở.

Ampe kế đều chỉ 1,0A. Hãy tính các giá trị của R, L và C.



Tính số chỉ của ampe kế và suy ra biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua ampe kế khi K_1 và K_2 cùng đóng.

Bài giải

Tính các giá trị của R, L và C

Các khóa K đều mắc song song với đoạn mạch. Do đó khi khóa K đóng đoạn mạch tương ứng bị nối tắt; khi khóa K mở, khóa không có tác dụng.

K_1 đóng, K_2 mở đoạn mạch MN chỉ chứa tụ điện. Ta có:

$$Z_C = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{1}{100.100\pi} \approx 31,8.10^{-6} = 31,8\mu F$$

K_1 mở, K_2 đóng đoạn mạch MN chỉ chứa điện trở R. Ta có:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100\Omega.$$

Khi cả hai khóa K_1 và K_2 đều mở, đoạn mạch MN gồm ba phần tử R, L và C mắc nối tiếp, ta có:

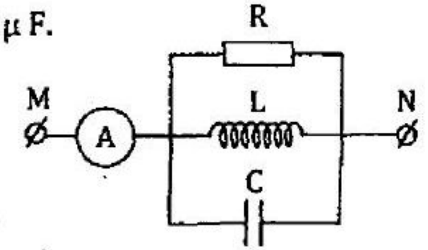
$$Z = \frac{U}{I} = 100\Omega \Leftrightarrow \sqrt{100^2 + (Z_L - 100)^2} = 100$$

$$\Rightarrow Z_L = 100\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}H \approx 0,318H.$$

Vậy: Giá trị của R, L và C là $100\,\Omega$, 0,318H và $31,8\mu$ F.

Số chỉ của ampe kế và biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua ampe kế khi K_1 và K_2 cùng đóng

Khi cả hai khóa cùng đóng, đoạn mạch gồm ba phần tử R, L, C mắc song song với nhau như hình vẽ.



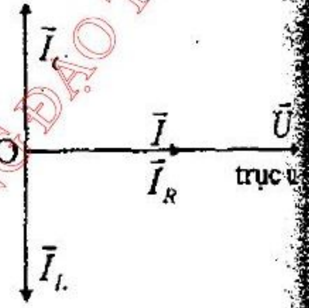
Với đoạn mạch chỉ chứa R, ta có: $I_{0R} = \frac{U_0}{R} = \frac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2}(A)$, i_R cùng pha với i nên $\varphi_{i_R} = 0$.

- Với đoạn mạch chỉ chứa L, ta có: $I_{0L} = \dfrac{U_0}{Z_L} = \dfrac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2}(A)$, i_L trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$

  với u nên $\varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2}$.

- Với đoạn mạch chỉ chứa C, ta có: $I_{0L} = \dfrac{U_0}{Z_C} = \dfrac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2}(A)$, i_C sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$

  với u nên $\varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2}$.



- Cường độ dòng điện trong mạch chính:

  $i = i_R + i_L + i_C \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$

- Giản đồ vectơ như hình vẽ: Vì $I_C = I_L$ và

  i_C ngược pha với i_L nên: $I = I_R = \dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 1A$

- Vì i và u cùng pha nên biểu thức của i có dạng:

  $i = \sqrt{2}\cos 100\pi t(A) = 1{,}41\cos 100\pi t(A)$.

  Vậy: Số chỉ ampe kế là 1A và biểu thức cường độ tức thời của dòng điện khi khóa đều đóng là $i = 1{,}41\cos 100\pi t(A)$.

3.11. Giữa hai điểm A và B có hiệu điện thế xoay chiều U = 100V, f = 50Hz người mắc song song hai đoạn mạch:

- Đoạn mạch (1) có tổng trở Z_1
- Đoạn mạch (2) là một điện trở thuần R_2.

  Bằng một ampe kế nhiệt, người ta đo được các cường hiệu dụng sau đây lượt trong các đoạn mạch song song và trong mạch chính:

  $I_1 = 2{,}5A$; $I_2 = 2{,}0A$; $I = 3{,}5A$.

a) Hãy tính công suất tiêu thụ bởi các đoạn mạch.

b) Suy ra hệ số công suất của toàn mạch. Nêu một phương án có tính toán cụ để nâng cao hệ số công suất toàn mạch bằng 1.

Bài giải

a) Công suất tiêu thụ bởi các đoạn mạch

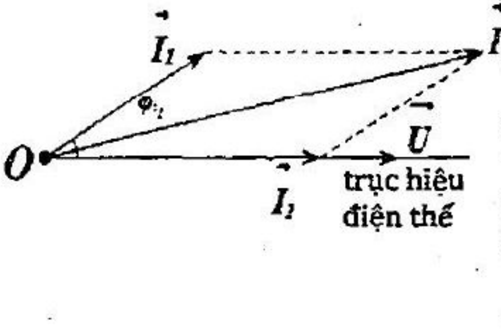
- Đoạn mạch 2:

  Ta có: $R_2 = \dfrac{U}{I_2} = \dfrac{100}{2} = 50\Omega \Rightarrow P_2 = I_2^2 R_2 = 2^2.50 = 200W$.

- Đoạn mạch 1:

  Ta có: $P_1 = UI_1\cos\varphi_{i_1}$.

  với $i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$



Giản đồ vectơ: $\bar{I}_1\begin{cases}I_1=2,5A\\ \varphi_{i_1}\end{cases}$; $\bar{I}_2\begin{cases}I_2=2,0A\\ \varphi_{i_2}=0\end{cases}$

Từ giản đồ vectơ, ta thấy $\bar{I}_1$ hợp với $\bar{I}_2$ một góc φ_{i_1}.

Từ định lí hàm số cosin, ta có: $\cos\varphi_{i_1}=\dfrac{I^2-I_1^2-I_2^2}{2I_1I_2}=\dfrac{3,5^2-2,5^2-2^2}{2.2,5.2}=0,2$

$\Rightarrow P_1=UI_1\cos\varphi_{i_1}=100.2,5.0,2=50W$.

Vậy: Công suất tiêu thụ của các đoạn mạch là 50W và 200W.

Hệ số công suất của toàn mạch

Ta có: $P=UI\cos\varphi=P_1+P_2\Rightarrow\cos\varphi=\dfrac{P_1+P_2}{UI}=\dfrac{50+200}{100.3,5}=0,714$

Phương án có tính toán cụ thể để nâng cao hệ số công suất toàn mạch bằng 1:

+ Để hệ số công suất của toàn mạch bằng 1 thì hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch u cùng pha với cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính i.
+ Vì i_2 cùng pha với u nên i_1 phải cùng pha với u. Do đó đoạn mạch 1 gồm RLC mắc nối tiếp và có $Z_L=Z_C$ hoặc đoạn mạch đó chỉ chứa điện trở thuần R. Lúc đó: $Z_1=R=\dfrac{U}{I_1}=\dfrac{100}{2,5}=40\Omega$

Vậy: Hệ số công suất của toàn mạch là 0,714.

12. Một mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ sau: R: điện trở thuần của một bếp điện, M là động cơ điện xoay chiều có hệ số công suất 0,80.

Cho U = 200V, f = 50Hz. Biết rằng bếp điện có hiệu suất 80%, đun sôi 1 lít nước ở 20°C trong đúng 7 phút.

Động cơ có thể nâng cao khối lượng 204 kg theo chuyển động đều lên cao 10,0m trong 25s. Hiệu suất động cơ cũng là 80%.

Tính các cường độ dòng điện I_R, I_M qua bếp điện và qua động cơ.

Tính cường độ dòng điện qua mạch chính và hệ số công suất của toàn mạch.

Mắc thêm vào giữa AB một nhánh song song thứ ba gồm một tụ điện có điện dung C. Tính C để hệ số công suất của toàn mạch cực đại. Tính cường độ dòng điện của toàn mạch chính lúc đó.

Bài giải

Các cường độ dòng điện I_R, I_M qua bếp điện và qua động cơ

Với bếp điện, ta có: $0,8UI_Rt_R=mc(t_2^o-t_1^o)\Rightarrow I_R=\dfrac{mc(t_2^o-t_1^o)}{0,8Ut_R}$.

$\Rightarrow I_R=\dfrac{1.4200.(100^o-20^o)}{0,8.200.7.60}=5A$.

Với động cơ, ta có: $0,8P_Mt_M=mgh\Leftrightarrow 0,8UI_M\cos\varphi\, t_M=mgh$

$$\Rightarrow I_M = \frac{mgh}{0{,}8U\cos\varphi . t_M} \Rightarrow I_M = \frac{204.9{,}8.10}{0{,}8.200.0{,}8.25} = 6{,}25A.$$

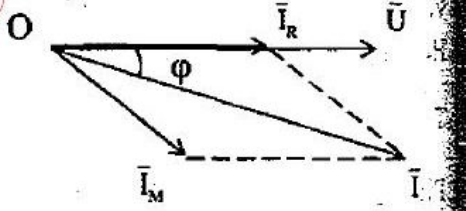
Vậy: Cường độ dòng điện qua bếp điện và qua động cơ là I_R = 5A và I_M = 6,25

b) Cường độ dòng điện qua mạch chính và hệ số công suất của toàn mạch

- Giản đồ vectơ như hình vẽ.
- Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số cosin ta có:

$$I^2 = I_R^2 + I_M^2 + 2I_RI_M\cos\varphi_M = 5^2 + 6{,}25^2 + 2.5.6{,}25.0{,}8 = 114{,}0625$$

$$\Rightarrow I = 10{,}7A$$



- Công suất của toàn mạch là:

$$P = P_1 + P_2 = UI_R + UI_M\cos\varphi_M .$$

$$\Rightarrow P = 200.5+200.6{,}25.0{,}8 = 2000W.$$

- Hệ số công suất của toàn mạch là:

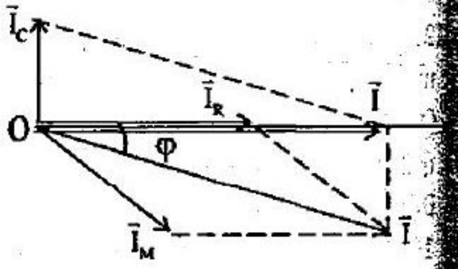
$$\cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{2000}{200.10{,}7} = 0{,}934.$$

Vậy: Cường độ dòng điện qua mạch chính là I = 10,7A và hệ số công suất toàn mạch là $\cos\varphi = 0{,}934$.

c) Giá trị của C để hệ số công suất của toàn mạch cực đại và tính cường độ điện của toàn mạch chính lúc đó

- Khi mắc thêm tụ điện C song song vào mạch thì dòng điện qua bếp và qua cơ vẫn không đổi.
- Ta có: $i' = i_R + i_M + i_C \Rightarrow \bar{I}' = \bar{I}_R + \bar{I}_M + \bar{I}_C$.

$$\text{với } \bar{I}_C \begin{cases} I_C = \dfrac{U}{Z_C} \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$



- Để hệ số công suất của mạch cực đại thì i' và u phải cùng pha. Từ giản đồ vẽ ta có:

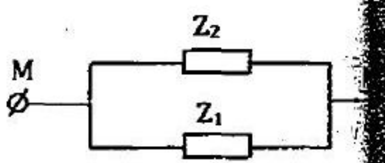
$$I_C = I_M\sin\varphi_M = I_M.\sqrt{1-\cos^2\varphi_M} = 6{,}25.\sqrt{1-0{,}8^2} = 3{,}75A$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{U}{I_C} = \frac{200}{3{,}75} = 53{,}33\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{2\pi.50.53{,}33} = 59{,}7.10^{-6}F$$

$$\text{và } I' = I_R + I_M\cos\varphi_M = 5 + 6{,}25.0{,}8 = 10A.$$

Vậy: Để hệ số công suất của toàn mạch cực đại thì C = $59{,}7.10^{-6}$F và lúc đó 10A.

3.13. Giữa hai điểm M, N có hiệu điện thế xoay chiều U = 230V, tần số f = 50Hz có hai đoạn mạch với các tổng trở Z_1, Z_2 được mắc song song.



Công suất của đoạn mạch giữa M, N là P = 2,76kW. Hệ số công suất của đoạn mạch là $\cos\varphi = 0,80$.

Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện I trong mạch chính.

Cho biết dòng điện i_1 qua nhánh Z_1 có cường độ hiệu dụng $I_1 = 9,0A$ và chậm pha vuông góc so với dòng điện i_2 trong nhánh Z_2. Hãy tính:

Cường độ hiệu dụng I_2 trong nhánh Z_2

Các góc lệch pha φ_{i_1}, φ_{i_2} của các dòng điện trong hai nhánh so với dòng điện trong mạch chính.

Biết rằng dòng điện i trong mạch chính chậm pha so với hiệu điện thế. Hãy:

Chứng tỏ rằng đoạn mạch Z_2 chỉ gồm điện trở thuần R. Tính R.

Tính hệ số tự cảm L của cuộn cảm thuần mắc nối tiếp với tụ điện trên nhánh Z_1 biết rằng $C = 10,0\mu F$.

Bài giải

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính

Ta có: $P = UI\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{P}{U\cos\varphi} = \dfrac{2,76.1000}{230.0,8} = 15A$.

Vậy: Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính là 15A.

Cường độ hiệu dụng trong nhánh Z_2 và các góc lệch pha φ_{i_1}, φ_{i_2}

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$.

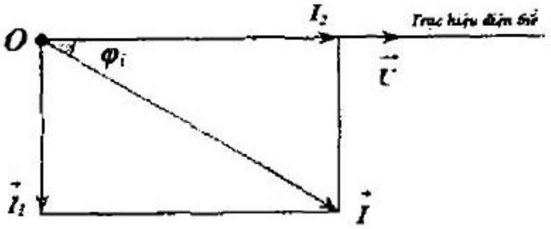
Vì i_1 vuông pha với i_2 ($\vec{I}_1 \perp \vec{I}_2$) nên:

$I^2 = I_1^2 + I_2^2 \Rightarrow I_2 = \sqrt{I^2 - I_1^2} = \sqrt{15^2 - 9^2} = 12A$.

Từ giản đồ vectơ, ta có: $\cos\varphi_{i_2} = \dfrac{I_2}{I} = \dfrac{12}{15} = 0,8$; $\cos\varphi_{i_1} = \dfrac{I_1}{I} = \dfrac{9}{15} = 0,6$.

Vì i_2 *sớm* pha hơn i nên $\varphi_{i_2} \approx 37^0$; i_1 trễ pha hơn i nên $\varphi_{i_1} \approx -53^0$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng trong nhánh Z_2 là 12A và các góc lệch pha φ_{i_1}, φ_{i_2} là $\varphi_{i_1} \approx -53^0$ và $\varphi_{i_2} \approx 37^0$.



Khi i chậm pha so với u

Góc lệch pha giữa u và i:

$\tan\varphi_i = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{9}{12} \Rightarrow \varphi_i \approx 37^0$.

Vì $\tan\varphi_i = \tan\varphi_{i_2}$ nên i_2 cùng pha với u, mạch Z_2 chỉ gồm điện trở thuần R hoặc chứa RLC mắc nối tiếp với $Z_L = Z_C$.

Giá trị của điện trở: $R = \dfrac{U}{I_2} = \dfrac{230}{12} = 19,2\Omega$.

- Tổng trở đoạn mạch: $Z_1 = \dfrac{U}{I_1} = \dfrac{230}{9}\Omega$.
- Vì i_1 trễ pha hơn u, mạch Z_1 có tính cảm kháng nên:

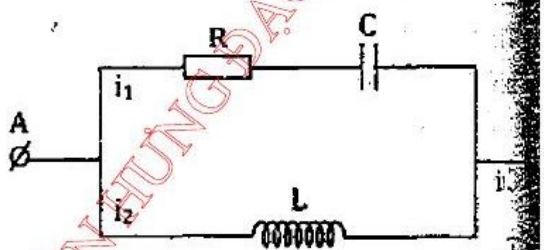
$$Z_L - Z_C = Z_1 \Rightarrow Z_L = Z_1 + \frac{1}{C\omega} = \frac{230}{9} + \frac{1}{10^{-5}.100\pi} = 343{,}86\Omega$$

- Độ tự cảm của cuộn dây là: $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{343{,}86}{100\pi} = 1{,}09\text{H}$.

Vậy: Đoạn mạch Z_2 chỉ chứa điện trở thuần $R = 19{,}2\,\Omega$ và hệ số tự cảm cuộn cảm mắc trên nhánh Z_1 là 1,09H.

3.14. Cho đoạn mạch có sơ đồ như hình vẽ. Biết cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 0{,}265\text{H} \approx \dfrac{5}{6\pi}\text{H}$, công suất tiêu thụ điện trong toàn mạch P_{AB} = 180W, hệ số công suất $\cos\varphi = 0{,}80$, cường độ dòng điện trong mạch chính:

$i = 1{,}5\sqrt{2}\cos(100\pi t)(\text{A})$.



a) Tính cường hiệu dụng của đòng điện qua cuộn dây L.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua tụ điện C.

c) Tính điện trở thuần R và điện dung C của tụ điện.

Bài giải

a) Cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn dây

Ta có: $Z_L = L\omega = \dfrac{5}{6\pi}.100\pi = \dfrac{250}{3}\Omega \Rightarrow U = \dfrac{P}{I\cos\varphi} = \dfrac{180}{1{,}5.0{,}8} = 150\text{V}$.

và $I_2 = \dfrac{U}{Z_L} = \dfrac{150}{\frac{250}{3}} = 1{,}8\text{A}$.

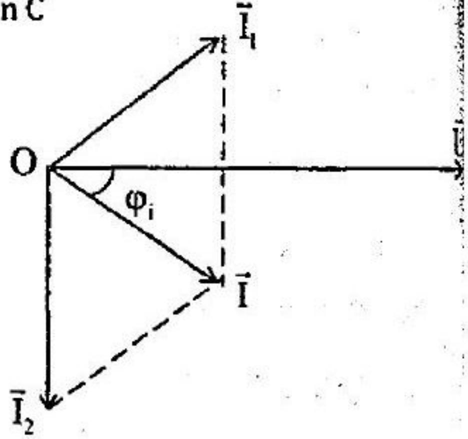
Vậy: Cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn dây là 1,8A.

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua tụ điện C

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

- Giản đồ vectơ:

$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 \\ \varphi_{i_1} \end{cases};\ \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = 1{,}8\text{A} \\ \varphi_{i_2} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases};\ \vec{I}\begin{cases} I = 1{,}5\text{A} \\ \varphi_i \end{cases}$$



- Theo giản đồ, ta có: $\begin{cases} I_1\cos\varphi_{i_1} = I\cos\varphi_i \\ I_1\sin\varphi_{i_1} + I\sin\varphi_i = I_2 \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1\cos\varphi_{i_1} = 1{,}5.0{,}8 = 1{,}2 \\ I_1\sin\varphi_{i_1} = I_2 - I\sin\varphi_i = 1{,}8 - 1{,}5.0{,}6 = 0{,}9 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \tan\varphi_{i_1} = \frac{0{,}9}{1{,}2} = 0{,}75 \Rightarrow \varphi_{i_1} = 37^o$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{1{,}2}{\cos\varphi_{i_1}} = \frac{1{,}2}{\cos 37^o} = \frac{1{,}2}{0{,}8} = 1{,}5A.$$

Vậy: Cường độ dòng điện hiệu dụng qua tụ điện là 1,5A.

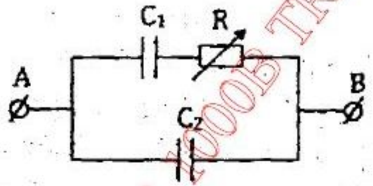
Điện trở thuần R và điện dung C của tụ điện

Xét nhánh 1 (R, C) ta có: $\begin{cases} \tan\varphi_{i_1} = \dfrac{Z_C}{R} \\ \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \dfrac{U}{I_1} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{Z_C}{R} = 0{,}75 \\ \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \dfrac{150}{1{,}5} = 100 \end{cases}$

$$\Rightarrow R = 80\,\Omega \text{ và } Z_C = 60\,\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{314.60} = 53.10^{-6}F.$$

Vậy: Điện trở thuần $R = 80\,\Omega$ và điện dung C của tụ điện là $C = 53.10^{-6}F$.

15. Cho mạch điện sau đây. Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức: $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$.



Tính hệ số công suất cực đại của mạch điện theo C_1, C_2.

Cho biết hệ số công suất cực đại là 0,5 và $C_1 = 318\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{\pi}F$. Hãy:

Tính R, C_2

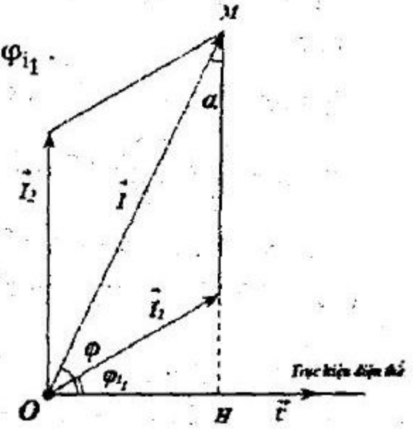
Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

Bài giải

Hệ số công suất cực đại của mạch theo C_1 và C_2

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \overline{I} = \overline{I_1} + \overline{I_2}$.

với: $I_1 = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + Z_{C_1}^2}}$; i_1 sớm pha hơn u một góc φ_{i_1}.



$\tan\varphi_{i_1} = \dfrac{Z_{C_1}}{R} = \dfrac{1}{RC\omega_1}$; $\varphi_{i_1} > 0$ (1)

$I_2 = \dfrac{U}{Z_{C_2}}$ (2);

i_2 sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u.

- Giản đồ vectơ:

$\overline{I_1}\begin{cases}I_1\\ \varphi_{i_1}\end{cases}$; $\overline{I_2}\begin{cases}I_2\\ \varphi_{i_2}=\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$; i sớm pha so với u một góc φ

- Ta có: $\cos^2\varphi = \dfrac{1}{1+\tan^2\varphi}$ (3)

- Từ giản đồ vectơ này ta có: $\tan\varphi = \cot\alpha$

với $\cot\alpha = \dfrac{MH}{OH} = \dfrac{I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2}{I_1\cos\varphi_{i_1}} = \tan\varphi_{i_1} + \dfrac{I_2}{I_1\cos\varphi_{i_1}}$ (4)

$\cos\varphi_{i_1} = \dfrac{R}{Z_1} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_{C_1}^2}}$ (5)

- Từ (1), (2), (4) và (5), ta có:

$$\cot\alpha = \frac{Z_{C_1}}{R} + \frac{U}{Z_{C_2}}.\frac{1}{\dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_{C_1}^2}}.\dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_{C_2}^2}}} = \frac{Z_{C_1}}{R} + \frac{R^2+Z_{C_1}^2}{R\times Z_{C_2}} = \frac{Z_{C_1}}{R} + \frac{Z_{C_1}^2}{Z_{C_2}}.\frac{1}{R} + \frac{R}{Z_{C_2}}$$

$$\Rightarrow \cot\alpha = \left(Z_{C_1} + \frac{Z_{C_1}^2}{Z_{C_2}}\right)\frac{1}{R} + \frac{R}{Z_{C_2}} = \tan\varphi \qquad (6)$$

- Điều kiện để tanφ có giá trị nhỏ nhất: Từ (6), theo bất đẳng thức Cô-si, ta có:

$$\cot\alpha \geq 2.\sqrt{\left(Z_{C_1} + \frac{Z_{C_1}^2}{Z_{C_2}}\right)\frac{1}{Z_{C_2}}} \Leftrightarrow \cot\alpha \geq 2.\sqrt{\frac{Z_{C_1}}{Z_{C_2}} + \frac{Z_{C_1}^2}{Z_{C_2}^2}}$$

$$\Rightarrow \cot\alpha \geq 2.\sqrt{\frac{C_1}{C_2} + \frac{C_2^2}{C_1^2}}$$

và $(\cot\alpha)_{\min} = 2.\sqrt{\dfrac{C_2}{C_1} + \dfrac{C_2^2}{C_1^2}} \Leftrightarrow \left(Z_{C_1} + \dfrac{Z_{C_1}^2}{Z_{C_2}}\right)\dfrac{1}{R} = \dfrac{R}{Z_{C_2}}$ (7)

$$\Rightarrow (\cos\varphi)_{\max} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\cot^2\alpha\right)_{\min}}} = \frac{1}{\sqrt{1+4.\left(\dfrac{C_2^2}{C_1^2} + \dfrac{C_2}{C_1}\right)}}$$

Vậy: Hệ số công suất của mạch điện là $(\cos\varphi)_{\max} = \dfrac{1}{\sqrt{1+4.\left(\dfrac{C_2^2}{C_1^2} + \dfrac{C_2}{C_1}\right)}}$.

điện trở R, C₂ và biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính

Với $(\cos\varphi)_{\max} = 0{,}5;\ C_1 = \frac{10^{-3}}{\pi} \Rightarrow Z_{C_1} = \frac{1}{C_1\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega$

Từ (7) ta có: $R^2 = Z_{C_1}Z_{C_2} + Z_{C_1}^2 \Rightarrow R = \sqrt{Z_{C_1}Z_{C_2} + Z_{C_1}^2}$.

Từ (8), đặt $\frac{C_1}{C_2} = x$

$\Rightarrow (\cos\varphi)_{\max} = \frac{1}{\sqrt{1+4(x^2+x)}}$, với $x > 0$.

$\Leftrightarrow 0{,}5 = \frac{1}{\sqrt{1+4\left(x^2+x\right)}} \Leftrightarrow 1 + 4x^2 + 4x = 4$

$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2}C_1 = \frac{1}{2}.318 = 159\mu F;\ Z_{C_2} = 2Z_{C_1} = 2.10 = 20\Omega$.

Điện trở R: $R = \sqrt{10.20 + 10^2} = 10\sqrt{3} \approx 17{,}3\Omega$.

Biểu thức của i:

Ta có: $\overline{I} = \overline{I_1} + \overline{I_2}$.

- Khi $(\cos\varphi)_{\max} = 0{,}5 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$.
- Từ giản đồ, ta có: $I = \frac{I_1\cos\varphi_{i_1}}{(\cos\varphi)_{\max}}$, với:

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_{C_1}^2}} = \frac{100}{\sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2}} = 5A;$$

$$\cos\varphi_{i_1} = \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_{C_1}^2}} = \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2}} = \frac{10\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{5\frac{\sqrt{3}}{2}}{0{,}5} = 5\sqrt{3}A \Rightarrow I_o = I\sqrt{2} = 5\sqrt{6}A.$$

$$\Rightarrow i = 5\sqrt{6}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A) = 12{,}25\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A).$$

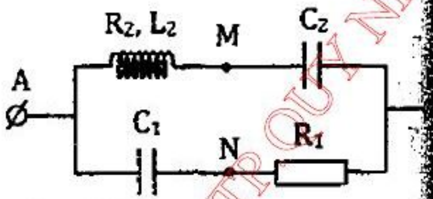
Vậy: Giá trị của R và C lần lượt là $17{,}3\,\Omega$ và $159\,\mu F$; biểu thức của cường độ dòng điện trong trường hợp này là: $i = 12{,}25\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A)$.

3.16. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: $R_1 = 40\,\Omega$; $C_1 = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{12\pi}\,F$; $R_2 = 60$

$L_2 = \dfrac{\sqrt{3}}{5\pi}\,H$; $C_2 = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{12\pi}\,F$.

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$.



a) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trong hai nhánh rẽ.

b) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M và N.

c) Tính công suất và hệ số công suất của mạch điện.

Bài giải

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trong hai nhánh rẽ

- Xét nhánh 1 (ANB), ta có: $Z_{C_1} = \dfrac{1}{\omega C_1} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{12\pi}} = 40\sqrt{3}\,\Omega$.

$$\Rightarrow Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_{C_1}^2} = \sqrt{40^2 + (40\sqrt{3})^2} = 80\,\Omega \Rightarrow I_{01} = \frac{U_0}{Z_1} = \frac{200\sqrt{2}}{80} = 2{,}5\sqrt{2}$$

$$\text{và } \tan\varphi_{i_1} = \frac{Z_{C_1}}{R_1} = \frac{40\sqrt{3}}{40} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow i_1 = 2{,}5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})(A)$$

- Xét nhánh 2 (AMB), ta có: $Z_{L_2} = \omega L_2 = 100\pi.\dfrac{\sqrt{3}}{5\pi} = 20\sqrt{3}\,\Omega$.

$$Z_{C_2} = \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{100\pi.\dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{12\pi}} = 40\sqrt{3}\Omega.$$

$$\Rightarrow Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (Z_{L_2} - Z_{C_2})^2} = \sqrt{60^2 + (20\sqrt{3} - 40\sqrt{3})^2} = 40\sqrt{3}\,\Omega.$$

$$\Rightarrow I_{02} = \frac{U_0}{Z_2} = \frac{200\sqrt{2}}{40\sqrt{3}} = \frac{5\sqrt{6}}{3}\,A.$$

$$\text{và } \tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_{C_2} - Z_{L_2}}{R_2} = \frac{40\sqrt{3} - 20\sqrt{3}}{60} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6}.$$

$$\Rightarrow i_2 = \frac{5\sqrt{6}}{3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(A).$$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trong hai nhánh rẽ là

$i_1 = 2{,}5\sqrt{2}\cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{3})(A)$ và $i_2 = \dfrac{5\sqrt{6}}{3}\cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{6})(A)$.

Hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M và N

Với cuộn cảm, ta có: $Z_d = \sqrt{R_2^2 + Z_{L_2}^2} = \sqrt{60^2+(20\sqrt{3})^2} = 40\sqrt{3}\Omega$.

$\Rightarrow U_{AM} = I_2Z_d = \dfrac{5\sqrt{3}}{3}.40\sqrt{3} = 200V$.

và $\tan\varphi_d = \dfrac{Z_{L_2}}{R_2} = \dfrac{20\sqrt{3}}{60} = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_d = \dfrac{\pi}{6}$: u_{AM} sớm pha hơn i_2 một góc $\dfrac{\pi}{6}$

nên u_{AM} sớm pha hơn u một góc: $\dfrac{\pi}{6}+\dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\pi}{3}$.

Với tụ điện C_1, ta có: $U_{AN} = I_1.Z_{C_1} = 2,5.40\sqrt{3} = 100\sqrt{3}$ V và u_{AN} trễ pha hơn i_1 một góc $\dfrac{\pi}{2}$ nên u_{AN} trễ pha hơn u một góc $\dfrac{\pi}{2}-\dfrac{\pi}{3} = \dfrac{\pi}{6}$.

Góc lệch pha giữa u_{AN} và u_{AM} là: $\dfrac{\pi}{3}+\dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\pi}{2}$.

Ta có: $u_{MN} = u_{MA} + u_{AN} \Rightarrow U_{MN} = \sqrt{U_{AN}^2 + U_{AM}^2} = \sqrt{(100\sqrt{3})^2 + 200^2} = 264,5V$.

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M và N là 264,5V.

Công suất và hệ số công suất của mạch điện

Công suất: $P = P_1+P_2 = R_1I_1^2+R_2I_2^2 = 40.2,5^2+60.\left(\dfrac{5\sqrt{3}}{3}\right)^2 = 250 + 500 = 750W$.

Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI}$.

$I^2 = I_1^2+ I_2^2+ 2I_1I_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = 2,5^2+\left(\dfrac{5\sqrt{3}}{3}\right)^2+2.2,5.\dfrac{5\sqrt{3}}{3}.\cos(\dfrac{\pi}{3}-\dfrac{\pi}{6}) = 27$

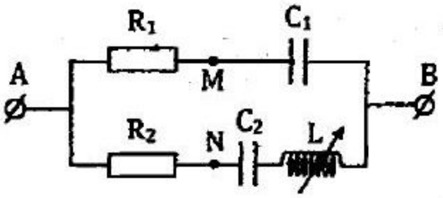
$\Rightarrow I = 5,2\ (A) \Rightarrow \cos\varphi = \dfrac{750}{200.5,2} = 0,72$

Vậy: Công suất và hệ số công suất của mạch điện là P = 750W và $\cos\varphi = 0,72$.

7. Cho mạch điện xoay chiều sau đây:

$R_1 = R_2 = R = 10\Omega$ (điện trở thuần),

$C_1 = 318\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{\pi}F$,



$C_2 = 159\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{2\pi}F$, L: hệ số tự cảm thay đổi được của cuộn thuần cảm.

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 141\cos314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

a) Thay đổi L người ta thấy có một giá trị L_1 để hiệu điện thế hiệu dụng U_{M}
Tính L_1. Tính công suất của mạch điện trong điều kiện đó và lập biểu
cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Thay đổi L tiếp, người ta thấy có một giá trị $L_2 \neq L_1$ mà công suất của
điện vẫn bằng ở trường hợp câu **a**.
Tính L_2. Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} trong trường hợp này

Bài giải

a) Độ tự cảm L_1, công suất của mạch điện P, biểu thức của i

- Ta có: $Z_{C_1} = \dfrac{1}{C_1\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega$; $Z_{C_2} = \dfrac{1}{C_2\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{2\pi}.100\pi} = 20\Omega$.

- Tổng trở nhánh 1: $Z_1 = \sqrt{R^2+Z_{C_1}^2} = \sqrt{10^2+10^2} = 10\sqrt{2}A$.

- Cường độ dòng điện cực đại nhánh 1: $I_{01} = \dfrac{U_{01}}{Z_1} = \dfrac{100\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} = 10A$.

- Độ lệch pha giữa i_1 và u_{AB}: $\tan\varphi_{i_1} = \dfrac{Z_{C_1}}{R} = \dfrac{10}{10} = 1 \Rightarrow \varphi_{i_1} = \dfrac{\pi}{4}$.

- Độ lệch pha giữa i_2 và u_{AB}: $\tan\varphi_{i_2} = \dfrac{Z_{C_2}-Z_L}{R_2} = \dfrac{20-Z_{L_1}}{10}$.

- Cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính: $i = i_1+i_2 \Rightarrow \overline{I} = \overline{I_1}+\overline{I_2}$.

- Giản đồ vectơ: $\overline{I_1}\begin{cases} I_1 = 5\sqrt{2}A \\ \varphi_{i_1} = \dfrac{\pi}{4} \end{cases}$; $\overline{I_2}\begin{cases} I_2 \\ \varphi_{i_2} \end{cases}$

- Mặt khác:

$u_{MN} = u_{MA}+u_{NA} = u_{R_2}-u_{R_1} \Leftrightarrow \overline{U}_{MN} = \overline{U}_{R_2}+\left(-\overline{U}_{R_1}\right) = \overline{0} \Rightarrow \overline{U}_{R_2} = \overline{U}_{R_1}$.

$u_{MN} = u_{MB}+u_{BN} = u_{C_1}-u_{NB} \Rightarrow \overline{U}_{MN} = \overline{U}_1-\overline{U}_{C_1} = \overline{0}$

$\Rightarrow U_{R_1} = U_{R_2} \Leftrightarrow I_1 = I_2 \Leftrightarrow Z_1 = Z_2$

- Vì u_{R_1} cùng pha i_1, u_{R_2} cùng pha i_2 và $\overline{U}_{R_2}$ cùng chiều với $\overline{U}_{R_1}$. Do đó i_1
cùng pha nhau nên i_2 sớm pha hơn u_{AB}.

$\tan\varphi_{i_2} = \dfrac{Z_{C_2}-Z_L}{R} > 0 \Rightarrow Z_{C_2}-Z_L > 0$

$Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow \sqrt{R_1^2+Z_{C_1}^2} = \sqrt{R_2^2+\left(Z_L-Z_{C_2}\right)^2} \Rightarrow \left(Z_L-Z_{C_2}\right) = -10$

$\Rightarrow Z_L = Z_{C_2}-10 = 20-10 = 10\Omega$

Độ tự cảm của cuộn dây là: $L_1 = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{10}{100\pi} = 31,8.10^{-3}H = 31,8mH$.

Công suất của mạch điện: $P = i_1^2R + I_2^2R = 2I_1^2R = 2.\left(5\sqrt{2}\right)^2.10 = 1000W$.

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính

Ta có: $i = i_1 + i_2 = 2i_1$ (i_1, i_2 cùng pha).

Với $i_1 = I_{01}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow i = 2.10\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) = 20\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

Vậy: Giá trị của L_1 là 31,8mH, công suất của mạch điện lúc đó là 1000W và biểu thức cường độ dòng điện tức thời mạch chính là $i = 20\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

Độ tự cảm L_2, biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN}

Khi điều chỉnh độ tự cảm đến giá trị L_2 nhưng công suất vẫn bằng ở trường hợp ứng với L_1 nghĩa là I_2 không đổi, hay $Z_1 = Z_2$:

$\Rightarrow R^2 + \left(Z_{L_1} - Z_{C_2}\right)^2 = R^2 + \left(Z_{L_2} - Z_{C_2}\right)^2$

$\Rightarrow Z_{L_1} - Z_{C_2} = -Z_{L_2} + Z_{C_2} \Rightarrow Z_{L_2} = 2Z_{C_2} - Z_{L_1} = 2.20 - 10 = 30\Omega$

$\Rightarrow L_2 = \frac{30}{100\pi} = 95,4.10^{-3}H = 95,4mH$.

Biểu thức u_{MN}

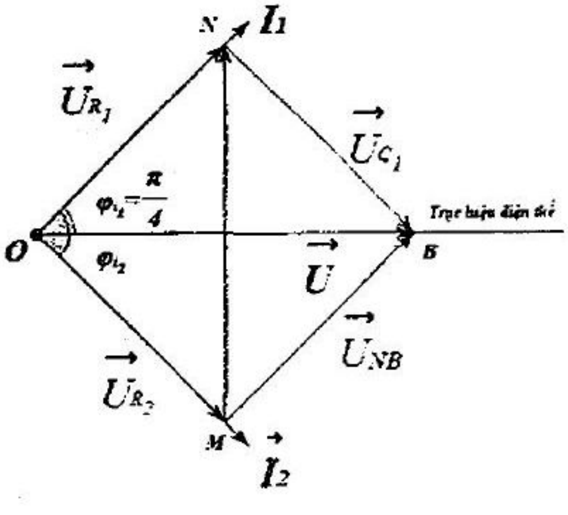
Ta có: $u = u_{R_1} + u_{C_1} = u_{R_2} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{R_1} + \vec{U}_{C_1} = \vec{U}_{R_2} + \vec{U}_{NB}$

$\vec{U}_{MN} = \vec{U}_{R_1} - \vec{U}_{R_2}$

Với u_{R_1} cùng pha i_1, u_{R_2} cùng pha i_2, độ lệch pha giữa i_2 và u_{AB} là:

$\tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_{C_2} - Z_{L_2}}{R} = \frac{20 - 30}{10} = -1 \Rightarrow$ i_2 trễ pha so với u_{AB} một góc $\pi/4$.

Giản đồ vectơ:



Từ giản đồ vectơ, ta có:

$\vec{U}_{R_1} \perp \vec{U}_{R_2} \Rightarrow U_{MN} = \sqrt{U_{R_1}^2 + U_{R_2}^2}$

với $U_{R_1} = I_1R_1$; $I_1 = 5\sqrt{2}(A)$

$\Rightarrow U_{R_1} = 5\sqrt{2}.10 = 50\sqrt{2}V$

$U_{R_2} = I_2R_2$, $I_2 = 5\sqrt{2}$

$\Rightarrow U_{R_2} = 5\sqrt{2}.10 = 50\sqrt{2}V$

$$U_{MN} = \sqrt{\left(50\sqrt{2}\right)^2 + \left(50\sqrt{2}\right)^2} = 100V \quad \Rightarrow U_{0MN} = 100\sqrt{2}\,V$$

- Theo giản đồ, vì $U_{R_1} = U_{R_2}$ nên u_{MN} sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u.

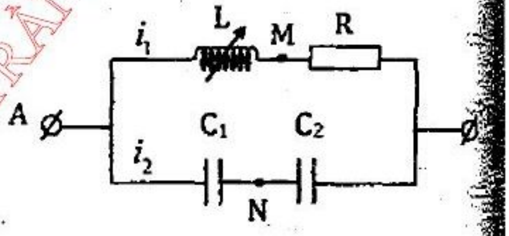
$$\Rightarrow u_{MN} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V) \approx 141\cos(314t + 1{,}57)(V)$$

Vậy: Giá trị của L_2 là 95,4mH và biểu thức hiệu điện thế tức thời u
$u_{MN} = 141\cos(314t + 1{,}57)(V)$.

3.18. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: $C_1 = C_2 = 63{,}6\mu F \approx \frac{10^{-3}}{5\pi}F$, $R = 3$

(điện trở thuần), L: hệ số tự cảm thay đổi được của một cuộn thuần cảm. Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.



a) Chứng tỏ rằng khi thay đổi giá trị của L, hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M, N luôn không đổi. Tính giá trị không đổi này của U_{MN}.

b) Tính giá trị của L để công suất của mạch cực đại. Với giá trị tìm được, lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính.

Bài giải

a) Chứng tỏ U_{MN} không đổi

- Ta có: $Z_{C_1} = Z_{C_2} = \frac{1}{C_1\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{5\pi}.100\pi} = 50\Omega$.

- Nhánh 1 (L, R):

$$+\quad \vec{U}_L\begin{cases} U_L = I_1 Z_L \\ \varphi_{u_L} = \frac{\pi}{2} \end{cases};\ \vec{U}_R\begin{cases} U_R = I_1 R \\ \varphi_{u_R} = 0 \end{cases}$$

+ Cường độ dòng điện tức thời i_1 trễ pha so với u_{AB} một góc φ_1.

- Nhánh 2 (C_1, C_2):

$$+\quad \vec{U}_{C_1}\begin{cases} U_{C_1} = I_2 Z_{C_1} = \frac{UZ_{C_1}}{Z_{C_1} + Z_{C2}} = \frac{U}{2} \\ \varphi_{u_{C_1}} = -\frac{\pi}{2} \end{cases};\ \vec{U}_{C_2}\begin{cases} U_{C_2} = I_2 Z_{C_2} = \frac{UZ_{C_2}}{Z_{C_1} + Z_{C2}} = \frac{U}{2} \\ \varphi_{u_{C_2}} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

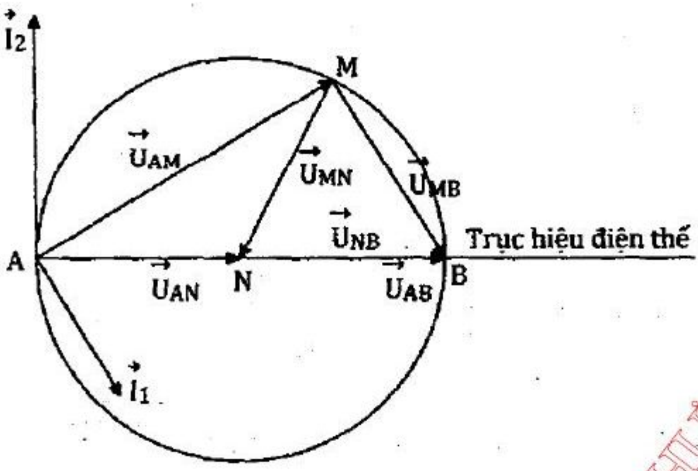
+ Cường độ dòng điện tức thời i_2 sớm pha so với u_{AB} một góc π/2.

Ngoài ra ta cũng có:

$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$

$\vec{U}_{MN} = \vec{U}_{AN} - \vec{U}_{AM}$

Giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn mối liên hệ giữa cường độ các mạch song song với các hiệu điện thế liên quan như hình bên. Từ giản đồ vectơ này ta biểu diễn được vectơ $\vec{U}_{MN}$ biểu diễn hiệu điện thế u_{MN}.



Khi L thay đổi nhưng U_{AN} luôn luôn bằng U_{NB} do đó N luôn là trung điểm của AB. Mặt khác, $\vec{U}_{AM}$ luôn vuông góc với $\vec{U}_{MB}$ nên N là tâm đường tròn đường kính AB và MN là trung tuyến của ΔAMB.

Suy ra: $U_{MN} = \dfrac{U_{AB}}{2} = \dfrac{100}{2} = 50V$.

Vậy: Khi thay đổi giá trị L thì U_{MN} luôn không đổi và bằng 50V.

Giá trị của L ứng với công suất cực đại và biểu thức của i

Công suất mạch điện: $P = I_1^2R = \dfrac{U^2}{R^2+Z_L^2}R = \dfrac{U^2}{R+\dfrac{Z_L^2}{R}}$.

Theo bất đẳng thức Cô-si, ta có: $R + \dfrac{Z_L^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\dfrac{Z_L^2}{R}} = 2Z_L$.

Dấu bằng xảy ra khi $Z_L = R$.

$\Rightarrow P_{max} \Leftrightarrow M = (R+\dfrac{Z_L^2}{R})_{min} \Leftrightarrow R = \dfrac{Z_L^2}{R} \Rightarrow Z_L = R = 30\Omega$

Suy ra: $L = \dfrac{30}{100\pi} = 95,4.10^{-3}F \approx 95,4mH$.

Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính i

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$.

+ Nhánh 1: Ta có: $I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}} = \dfrac{100}{\sqrt{30^2+30^2}} = \dfrac{100}{30\sqrt{2}} = \dfrac{10}{3\sqrt{2}}(A)$

$\tan\varphi_{i_1} = \dfrac{-Z_L}{R} = \dfrac{-30}{30} = -1 \Rightarrow \varphi_{i_1} = -\dfrac{\pi}{4}$: i_1 trễ pha $\dfrac{\pi}{4}$ so với u_{AB}.

$$\Rightarrow i_1 = \frac{10}{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$$

+ Nhánh 2: Ta có: $I_2 = \dfrac{U}{Z_{C_1} + Z_{C2}} = \dfrac{100}{50+50} = 1A$

i_2 sớm pha $\pi/2$ so với u_{AB}.

$$\Rightarrow i_2 = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$$

Do đó: $i = i_1 + i_2 = \dfrac{10}{3}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right) + \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

$$= 2{,}54\cos(100\pi t - 0{,}38)(A)$$

Vậy:

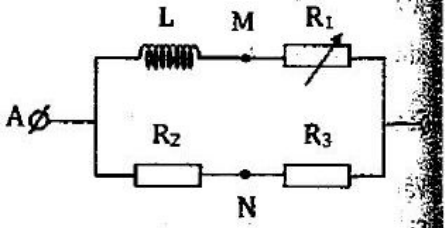
- Giá trị L khi công suất mạch cực đại là L = 95,4mH.
- Biểu thức của dòng điện trong mạch chính là: $i = 2{,}54\cos(100\pi t - 0{,}38)($

3.19. Cho mạch điện xoay chiều sau:

$R_2 = R_3 = 30{,}0\Omega$ (điện trở thuần);

R_1: biến trở (điện trở thuần);

$L = 55{,}0mH \approx \dfrac{\sqrt{3}}{10\pi}H$ (cuộn thuần cảm); $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.



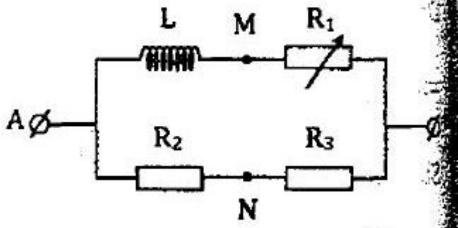
Một vôn kế nhiệt mắc giữa M, N luôn chỉ số đo 120V.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa hai điểm A, B.

b) Tính giá trị của biến trở R_1 để các hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} và U_{MB} b nhau.

Suy ra các cường độ hiệu dụng trong các đoạn mạch trong điều kiện đó.

Bài giải



a) Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB}

Ta có:

- Nhánh 1 (L, R_1):
  + Giản đồ vectơ, với:

$$\vec{U}_{R_1}\begin{cases} U_{R_1} = I_1R_1 \\ \varphi_{u_{R_1/i_1}} = 0 \end{cases}, \ u_{R_1} \text{ cùng pha với } i_1.$$

$$\vec{U}_L\begin{cases} U_{R_1} = I_2Z_L \\ \varphi_{u_L/i_2} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}, \ u_L \text{ sớm pha } \pi/2 \text{ với } i_1.$$

+ Cường độ dòng điện tức thời i_1 trễ pha so với u_{AB} một góc φ_1.

Nhánh 2 (R_2, R_3):

+ Giản đồ vectơ, với:

$$\vec{U}_{R_3}\begin{cases}U_{R_3}=I_2R_3=\dfrac{U}{R_2+R_3}R_3=\dfrac{U}{2}\\ \varphi_{u_{R_3}/i_2}=0\end{cases},\ u_{R_3}\text{ cùng pha với } i_2.$$

$$\vec{U}_{R_2}\begin{cases}U_{R_2}=I_2R_2=\dfrac{U}{R_2+R_3}R_2=\dfrac{U}{2}\\ \varphi_{u_{R_2}/i_2}=0\end{cases},\ u_{R_2}\text{ cùng pha với } i_2.$$

+ Cường độ tức thời i_2 cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}.

Suy ra giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ các mạch song song với các hiệu điện thế liên quan như sau:

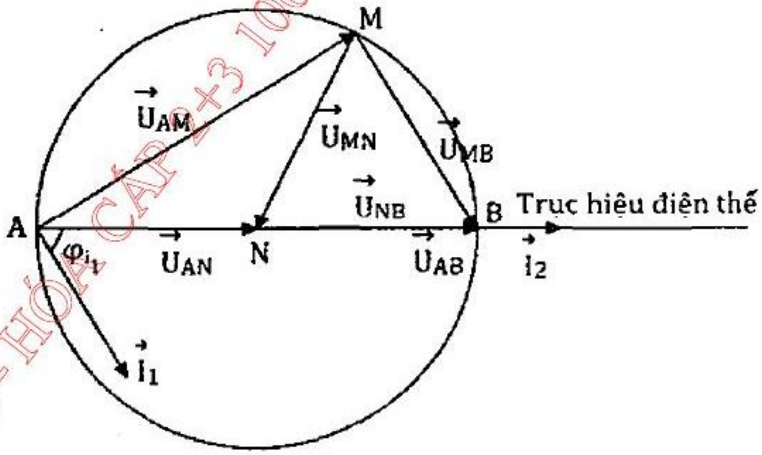
$$u_{AB}=u_{AM}+u_{MB}=u_{AN}+u_{NB}\Rightarrow \vec{U}_{AB}=\vec{U}_{AM}+\vec{U}_{MB}=\vec{U}_{AN}+\vec{U}_{NB}$$

$$u_{MN}=u_{MA}+u_{AN}\Rightarrow \vec{U}_{MN}=\vec{U}_{AN}-\vec{U}_{AM}=\vec{U}_{R_2}-\vec{U}_{L}$$

Từ giản đồ vectơ, ta có: $U_{R_2}=U_{R_3}=\dfrac{U}{2}$.

Khi R_1 thay đổi nhưng U_{AN} luôn luôn bằng U_{NB} do đó N luôn là trung điểm của AB.

Mặt khác, $\vec{U}_{AM}$ luôn vuông góc với $\vec{U}_{MB}$ nên N là tâm đường tròn đường kính AB và MN là trung tuyến của ΔAMB.



$$\Rightarrow U_{MN}=\frac{U_{AB}}{2}\Rightarrow U_{AB}=2U_{MN}=2.120=240V.$$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} là 240V.

Giá trị của biến trở R_1 để các hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} và U_{MB} bằng nhau

Khi $U_{MN}=U_{MB}$, theo giản đồ vectơ, ta có: $U_{MB}=U_{MN}=U_{NB}\Rightarrow U_{R_1}=120V$.

Tam giác vuông AMB cho: $U_{AM}^2=U_{AB}^2-U_{MB}^2$.

$$\Rightarrow U_L=\sqrt{U_{AB}^2-U_{R_1}^2}=\sqrt{240^2-120^2}=120\sqrt{3}V$$

$$\Leftrightarrow \frac{U_L}{U_{R_1}}=\frac{I_1Z_L}{I_1R_1}\Leftrightarrow \frac{120\sqrt{3}}{120}=\frac{L\omega}{R_1}=\frac{\frac{\sqrt{3}}{10\pi}.100\pi}{R_1}\Rightarrow R_1=10\Omega.$$

- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong nhánh 1 (L, R₁) là:

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R_1^2+Z_L^2}} = \frac{240}{\sqrt{10^2+\left(10\sqrt{3}\right)^2}} = 12A$$

- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong nhánh 2 (R₂, R₃) là:

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{R_2+R_3} = \frac{240}{30+30} = 4A$$

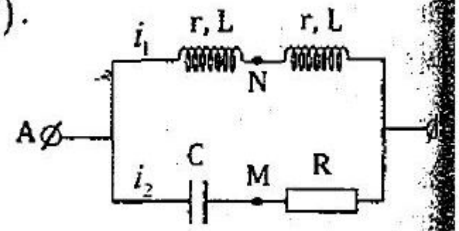
- Cường độ dòng điện trong mạch chính: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.
- Vì tam giác MNB đều nên MN = AN, suy ra tam giác ANM cân $\widehat{ANM} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \widehat{MAN} = \frac{\pi}{6}$. Do đó u_L sớm pha π/6 so với $i_1 \Rightarrow i_1$ trễ pha với u_{AB}, nghĩa là i_1, i_2 lệch pha nhau π/3.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính:

Ta có: $I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow I = \sqrt{12^2+4^2+2.12.4.\frac{1}{2}} = 14{,}4A$

Vậy: Để $U_{MN} = U_{MB}$ thì $R_1 = 10\,\Omega$ và lúc đó $I_1 = 12A$, $I_2 = 4A$ và $I = 14{,}4A$.

3.20. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: R: điện trở thuần; C: điện dung điện; r, L: điện trở hoạt động và hệ số tự cảm của hai cuộn dây giống nhau. Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức

$u_{AB} = 141\cos314(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.



a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M và N.

b) Cho $C = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi}F$.

Biết các hiệu điện thế tức thời u_{MN} và u_{AB} biến thiên với pha vuông góc. Hãy tính R và lập biểu thức của u_{MN}.

c) Với giá trị của R tính được ở câu b, hãy tính r và L nếu dòng điện mạch cùng pha với u_{AB}.

Bài giải

a) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm M và N

- Xét nhánh 1 (hai cuộn dây):
  + Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch: $u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$
  + Cường độ dòng điện tức thời i_1 trễ pha so với u_{AB} một góc φ_{i_1}

$$\tan\varphi_{i_1} = \frac{2Z_L}{2r} = \frac{Z_L}{r}.$$

- Xét nhánh 2 (R, C):
- Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}_C$.

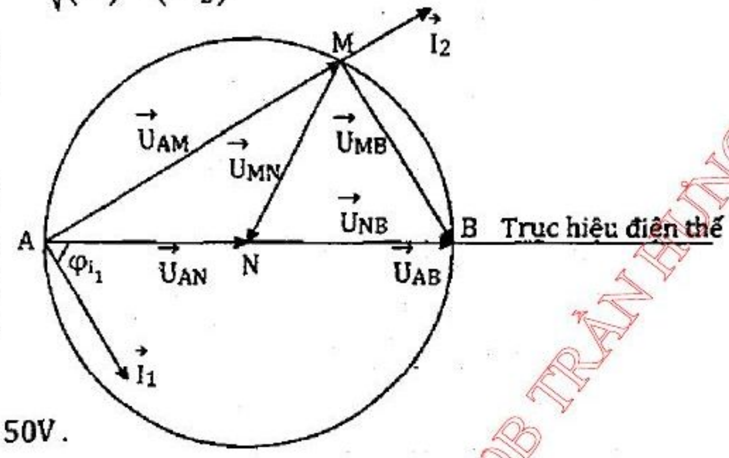
(với u_R cùng pha với i_2, u_C trễ pha $\pi/2$ so với i_2 và i_2 sớm pha so với u_{AB} một góc φ_{i_2}).

Suy ra giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ dòng điện các mạch song song với các hiệu điện thế có liên quan như sau:

$u_{MN} = u_{MA} + u_{AN} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{AN} - \vec{U}_{AM}$

$$\Rightarrow U_{AN} = I_1 Z_{AN} = \frac{U}{Z_1} Z_{AN} = \frac{U\sqrt{r^2 + Z_L^2}}{\sqrt{(2r)^2 + (2Z_L)^2}} = \frac{U}{2} = U_{NB}$$

Do đó N là trung điểm của U_{AB}. Mặt khác $\vec{U}_{AM} \perp \vec{U}_{MB}$ hay $\vec{U}_R \perp \vec{U}_C$, suy ra M thuộc đường tròn tâm N đường kính U_{AB} và U_{MN} là trung tuyến của tam giác ANB.



$$\Rightarrow U_{MN} = \frac{U_{AB}}{2} = \frac{100}{2} = 50V.$$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm M và N là 50V.

b) Điện trở R và biểu thức của u_{MN}

Điện trở R: Ta có:

+ $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega.$

+ u_{MN} vuông pha với $u_{AB} \Rightarrow \vec{U}_{MN} \perp \vec{U}_{AB} \Rightarrow \Delta AMB$ vuông cân tại M.

$\Rightarrow U_{AM} = U_{MB}$ hay $U_R = U_C \Rightarrow R = Z_C = 10\Omega$.

Biểu thức của u_{MN}: Ta có:

+ $U_{0MN} = U_{MN}\sqrt{2} = 50\sqrt{2}V$.

+ u_{MN} trễ pha $\pi/2$ so với u_{AB}.

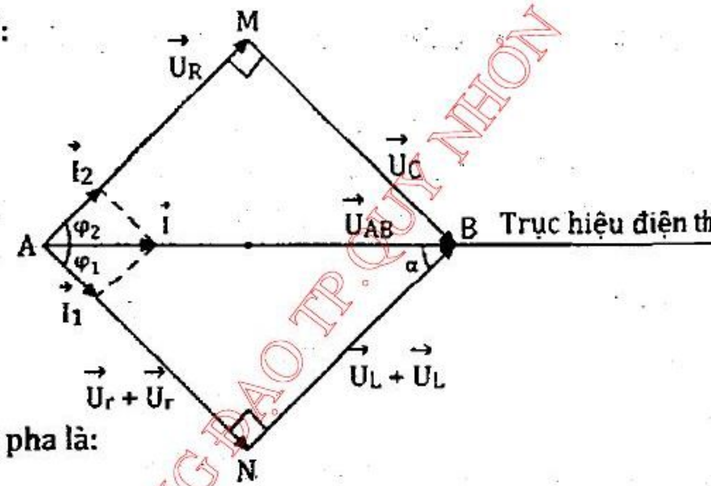
$$\Rightarrow u_{MN} = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V) = 70{,}7\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$$

Vậy:

Điện trở $R = 10\Omega$ và biểu thức của u_{MN} là $u_{MN} = 70{,}7\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(V)$.

c) Tính r và L khi dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB}.

Ta có: i_2 sớm pha hơn u_{AB} một góc φ_{i_2}.



- Trong tam giác ANB, ta có:

$$\varphi_{i_1} + \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \cos\varphi_1 = \sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow \frac{2U_r}{U_{AB}} = \frac{2U_L}{U_{AB}}$$

$$\Rightarrow U_r = U_L$$

$$\Rightarrow r = Z_L \qquad (1)$$

- Điều kiện để i và u_{AB} cùng pha là:

$$\tan\varphi = \frac{I_2\sin\varphi_{i_2} - I_1\sin\varphi_{i_1}}{I_2\cos\varphi_{i_2} + I_1\cos\varphi_{i_1}} = 0 \Rightarrow I_2\sin\varphi_{i_2} - I_1\sin\varphi_{i_1} = 0$$

với $I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$; $\sin\varphi_{i_2} = \frac{Z_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$;

$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{(2r)^2+(2Z_L)^2}}$; $\sin\varphi_{i_1} = \frac{2Z_L}{\sqrt{(2r)^2+(2Z_L)^2}}$

$$\Rightarrow \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}.\frac{Z_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}} = \frac{U}{\sqrt{(2r)^2+(2Z_L)^2}}.\frac{2Z_L}{\sqrt{(2r)^2+(2Z_L)^2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_C}{R^2+Z_C^2} = \frac{2Z_L}{(2r)^2+(2Z_L)^2} \Leftrightarrow \frac{10}{10^2+10^2} = \frac{2Z_L}{4r^2+4Z_L^2}$$

$$\Leftrightarrow r^2+Z_L^2 = 10Z_L \qquad (2)$$

- Từ (1) và (2), ta có: $2Z_L^2 = 10Z_L \Rightarrow r = Z_L = 5\Omega$.

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{5}{314} = 15{,}9.10^{-3}H = 15{,}9mH.$$

Vậy: Giá trị của r và L khi i và u_{AB} cùng pha là $r = 5\Omega$ và $L = 15{,}9mH$.

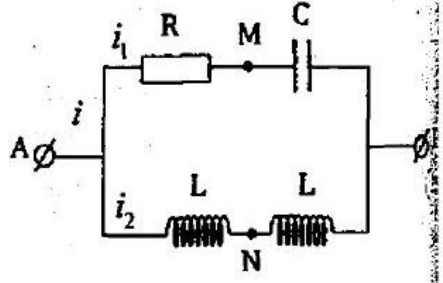
3.21. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: f = 50Hz; U_{AB} = const; R: điện trở thuầ
L: hệ số tự cảm của hai cuộn thuần cảm giống nhau; C: điện dung của tụ điện.

a) Chứng tỏ hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} không phụ thuộc giá trị của R, L, C.

b) Cho biết $U_{MN} = 50{,}0V$; $R = 150\Omega$;

$L = 318mH \approx \frac{1}{\pi}H$; $C = 15{,}9\mu F \approx \frac{10^{-4}}{2\pi}F$.

Hãy tính U_{AB}, cường độ dòng điện mạch chính và công suất của mạch điện.



c) Giả sử R thay đổi được. Tính giá trị của R để công suất của mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

Bài giải

a) Chứng tỏ U_{MN} không phụ thuộc R, L, C

Đối với hai nhánh rẽ, ta xác định được các vectơ quay biểu diễn các hiệu điện thế tức thời trên các nhánh như sau:

$$+\quad \bar{U}_R\begin{cases}U_R = I_1R\\ \varphi_{u_R} = 0\end{cases};\quad \bar{U}_C\begin{cases}U_R = I_1Z_C\\ \varphi_{u_C} = -\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$$

+ i_1 sớm pha hơn u_{AB} một góc φ_1 với $\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_C}{R}$.

$$\bar{U}_L\begin{cases}U_L = I_2Z_L\\ \varphi_{u_L} = \dfrac{\pi}{2}\end{cases}$$

Vì nhánh 2 (hai cuộn cảm thuần) nên i_2 trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{AB}.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch: $u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AN} + \bar{U}_{NB}$

$\Leftrightarrow u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AM} + \bar{U}_{MB}$

$\Leftrightarrow u_{MN} = u_{MA} + u_{AN} \Rightarrow \bar{U}_{MN} = \bar{U}_{AN} - \bar{U}_{AM} = \bar{U}_L - \bar{U}_R$

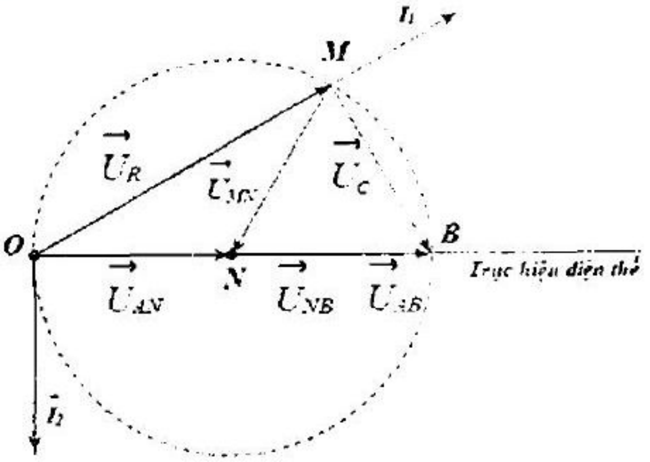
Suy ra giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ dòng điện các mạch song song với các hiệu điện thế có liên quan như sau:

Vì

$U_{AN} = U_{NB} = I_2.Z_L = \dfrac{U}{2Z_L}.Z_L = \dfrac{U}{2}$

$\Rightarrow$ N là trung điểm của U_{AB}. Mặt khác: $\bar{U}_C \perp \bar{U}_R$ và U_{AB} không đổi nên N là tâm của đường tròn đường kính U_{AB}, MN là trung tuyến của tam giác vuông OMB.

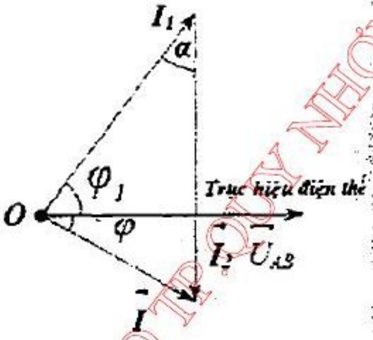
$\Rightarrow U_{MN} = \dfrac{U_{AB}}{2} = \text{const}$.



Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} không phụ thuộc vào R, L, C và luôn có giá trị không đổi.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB}, cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính và công suất của mạch điện

Ta có: $U_{MN} = \dfrac{U_{AB}}{2} \Rightarrow U_{AB} = 2U_{MN} = 2.50 = 100V$.



- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính:

Ta có: $R = 150\Omega;\ Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\Omega$;

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{2\pi}.100\pi} = 200\Omega.$$

và $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

với $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{100}{\sqrt{150^2 + 200^2}} = 0,4A$.

$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{2.Z_L} = \frac{100}{2.100} = 0,5A$.

- Từ giản đồ vectơ, áp dụng định lí hàm số côsin, ta có:

$I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\cos\alpha \Rightarrow I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\sin\varphi_1}$

với $\sin\varphi_1 = \frac{Z_C}{Z_1} = \frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{200}{\sqrt{150^2 + 200^2}} = \frac{200}{250} = 0,8$

$\Rightarrow I = \sqrt{(0,4)^2 + (0,5)^2 - 2.0,4.0,5.0,8} = 0,3A$

- Công suất của mạch điện: $P = I_1^2R = 0,4^2.150 = 24W$.

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB}, cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính và công suất của mạch điện là 100V, 0,3A và 24W.

c) Tính P_{max} và R khi P_{max}

- Vì cuộn dây thuần cảm, nên công suất của mạch điện là công suất tiêu thụ điện ở nhánh 1:

$$P = I_1^2R = \frac{U^2R}{Z_1^2} = \frac{U^2R}{R^2 + Z_C^2} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}} \qquad (1)$$

- Để $P = P_{max} \Leftrightarrow M = (R + \frac{Z_C^2}{R})_{min}$. Theo bất đẳng thức Cô-si, ta có: $R + \frac{Z_C^2}{R} \geq 2Z_C$.

$\Rightarrow R = Z_C = 200\,\Omega$ và $P_{max} = \frac{U^2}{2R} = \frac{100^2}{2.200} = 25W$.

Vậy: Với $R = 200\,\Omega$ thì công suất trong mạch lớn nhất và bằng 25W.

3.22. Cho mạch điện sau đây: $R = 20,0\Omega$ (điện trở thuần); $r = 10,0\Omega$; $L = 55,0$mH $\approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi}$H ; C_1, C_2: điện dung của hai tụ điện. Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức: $u_{AB} = 141\cos314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

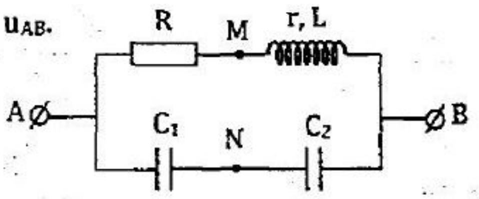
Tính tỉ số $\frac{C_1}{C_2}$ để hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} cực tiểu. Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} trong điều kiện đó.

Điều kiện trên đây vẫn được thỏa mãn. Biết rằng dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB}.

Hãy:

Tính C_1 và C_2.

Lập biểu thức của dòng điện mạch chính.



Bài giải

Tính $\frac{C_1}{C_2}$ để U_{MN} cực tiểu và lập biểu thức của u_{MN}

Xét nhánh 1 (R, L) (dòng i_1 chạy qua), ta có:

+ Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{\sqrt{3}}{10\pi}.100\pi = 10\sqrt{3}\Omega$

$$\Rightarrow Z_1 = \sqrt{(r+R)^2 + Z_L^2} = \sqrt{(10+20)^2 + \left(10\sqrt{3}\right)^2} = 20\sqrt{3}\Omega$$

+ Hiệu điện thế tức thời u_R cùng pha với i_1, hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây (u_d) sớm pha hơn i_1 một góc φ_d, với:

$$\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{r} = \frac{10\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_d = \frac{\pi}{3}$$

+ Cường độ tức thời i_1 trễ pha so với u_{AB} một góc φ_1, với:

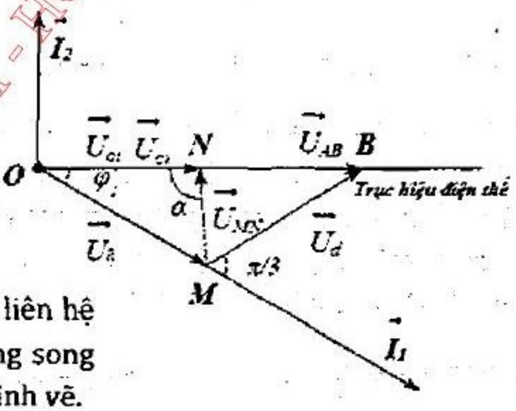
$$\tan\varphi_1 = \frac{Z_L}{r+R} = \frac{10\sqrt{3}}{10+20} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{6}$$

Xét nhánh 2 (C_1, C_2) (dòng i_2 chạy qua), ta có:

+ Vì nhánh 2 chỉ có các tụ điện nên i_2 sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AB}.

+ Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch: $u_{MN} = u_{MA} + u_{AN}$.

$$\Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MA} + \vec{U}_{AN} = \vec{U}_{C_1} - \vec{U}_R$$



Suy ra giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ dòng điện các mạch song song với các hiệu điện thế có liên quan như hình vẽ.

Từ giản đồ vectơ này, áp dụng định lí hàm số sin trong ΔOMN, ta có:

$$\frac{U_R}{\sin\alpha} = \frac{U_{MN}}{\sin\varphi_1} \Rightarrow U_{MN} = \frac{U_R\sin\varphi_1}{\sin\alpha}$$

Với $\sin\varphi_1 = \sin\dfrac{\pi}{6} = \dfrac{1}{2}$; $U_R = I_1R = \dfrac{U}{Z_1}.R = \dfrac{100}{20\sqrt{3}}.20 = \dfrac{100}{\sqrt{3}}$ V.

$$\Rightarrow U_{MN} = U_{min} \Leftrightarrow \sin\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2}$$

- Trong ΔOMB, góc $\widehat{OMB} = \dfrac{2\pi}{3} \Rightarrow \widehat{OBM} = \dfrac{\pi}{6}$.

$$\Rightarrow I_2Z_{C_1} = I_2Z_{C_2} \Rightarrow C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 1.$$

- Biểu thức u_{MN}:
  - + Từ giản đồ, ta có: $U_{MN} = U_{C_1}.\tan\varphi_1 = \dfrac{U}{2}.\tan\varphi_1 = \dfrac{100}{2}.\dfrac{1}{\sqrt{3}} = \dfrac{50}{\sqrt{3}}$ V

$$\Rightarrow U_{0MN} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 40{,}82V$$

  - + u_{MN} sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{AB}.

$$\Rightarrow u_{MN} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V) = 40{,}82\cos(314t + 1{,}57)(V).$$

Vậy: Tỉ số $\dfrac{C_1}{C_2} = 1$ và biểu thức u_{MN} là $u_{MN} = 40{,}82\cos(314t + 1{,}57)(V)$.

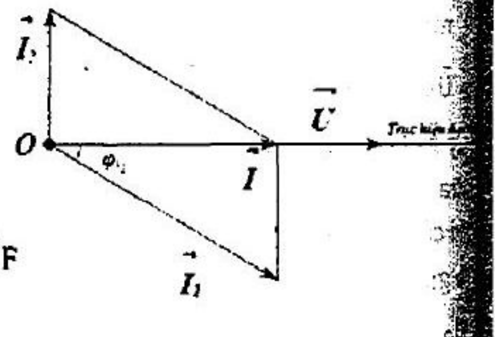
b) Tính C_1, C_2 và lập biểu thức của dòng điện mạch chính

- Tính C_1, C_2:
  - + Cường độ dòng điện trong mạch chính:

    $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.
  - + Điều kiện i cùng pha với u:

$$I_2 = I_1.\sin\varphi_1 \Leftrightarrow \frac{U}{(Z_{C_1} + Z_{C_2})} = \frac{U}{Z_1}.\frac{Z_L}{Z_1} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_{C_1} + Z_{C_2}} = \frac{Z_L}{Z_1^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2Z_{C_1}} = \frac{10\sqrt{3}}{\left(20\sqrt{3}\right)^2}$$



$$\Rightarrow Z_{C_1} = \frac{\left(20\sqrt{3}\right)^2}{20\sqrt{3}} = 20\sqrt{3}\Omega$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{\omega Z_{C_1}} = \frac{1}{100\pi.20\sqrt{3}} = 9{,}18.10^{-5}F$$

- Biểu thức của i:
  - + Từ giản đồ vectơ, ta có:

$$I = I_1.\cos\varphi_1 = \frac{U}{Z_1}.\frac{R+r}{Z_1} = \frac{100}{20\sqrt{3}}.\frac{20+10}{20\sqrt{3}} = \frac{100}{20\sqrt{3}}.\frac{\sqrt{3}}{2} = 2,5A$$

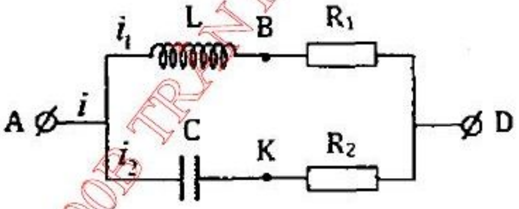
+ Vì i cùng pha với u nên: $i = 2,5\sqrt{2}\cos 100\pi t(A) = 3,54\cos 314t(A)$.

Vậy: Giá trị của C_1 và C_2 là $C_1 = C_2 = 9,18.10^{-5}F$ (vì $C_1 = C_2$) và biểu thức của dòng điện mạch chính là $i = 3,54\cos 314t(A)$.

23. Cho mạch điện xoay chiều như hình sau đây: $R_1 = R_2 = R = 40\Omega$; L: độ tự cảm của cuộn thuần cảm; C: điện dung của tụ điện.

Tần số góc ω của dòng điện được cho bởi: $L\omega = \frac{1}{C\omega} = 30\Omega$.

Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào AD có giá trị hiệu dụng 100V.



Vẽ giản đồ vectơ quay đối với mạch điện. Tính cường độ hiệu dụng các dòng điện.

Tính hiệu điện thế U_{BK}. Hiệu điện thế này có gì đặc biệt?

Xác định R = R' để có $U'_{BK} = U = 100V$.

Tính cường độ hiệu dụng của các dòng I', I_1' và I'_2 trong trường hợp này.

Bài giải

Vẽ giản đồ và tính cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính

Xét nhánh 1 (L, R_1):

+ Ta có: $Z_1 = \sqrt{R_1^2+Z_L^2} = \sqrt{R_1^2+(L\omega)^2} = \sqrt{40^2+30^2} = 50\Omega$

$\Rightarrow I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{100}{50} = 2A$.

+ Cường độ tức thời i_1 trễ pha so với u_{AB} một góc φ_{i_1} với:

$\tan\varphi_{i_1} = \frac{-Z_L}{R} = \frac{-30}{40}, \varphi_{i_1} < 0$

Xét nhánh 2 (C, R_2):

+ Ta có: $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = \sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(C\omega)^2}} = \sqrt{40^2+30^2} = 50\Omega$.

$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{100}{50} = 2A$.

+ Cường độ tức thời i_2 sớm pha so với u_{AB} một góc φ_{i_2} với:

$\tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_C}{R} = \frac{30}{40}, \varphi_2 \approx 37^0$

- Cường độ dòng điện trong mạch chính: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \overline{I} = \overline{I_1} + \overline{I_2}$

  Vì $I_1 = I_2 \Rightarrow I = 2I_1\cos\varphi_2 = 2.2.\cos37^0 \approx 4.0{,}8 = 3{,}2A$.

- Giản đồ vectơ đối với các dòng điện (bạn đọc tự vẽ).

  Vậy: Cường độ hiệu dụng của các dòng điện là $I_1 = I_2 = 2A$; $I = 3{,}2A$.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng U_{BK}

- Ta vẽ giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn các hiệu điện thế của mỗi đoạn mạ chứa C và L, theo tính chất cộng hiệu điện thế:

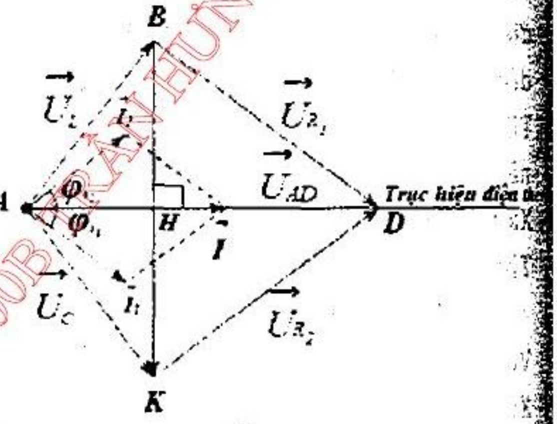
  $u_{AD} = u_{AB} + u_{BD} = u_{AK} + u_{KD} \Rightarrow \vec{U}_{AD} = \vec{U}_{AB} + \vec{U}_{BD} = \vec{U}_{AK} + \vec{U}_{KD}$

  $u_{BK} = u_{BA} + u_{AK} = u_{AK} - u_{KD} \Rightarrow \vec{U}_{BK} = \vec{U}_{AK} - \vec{U}_{AB} = \vec{U}_C - \vec{U}_L$

- Suy ra giản đồ vectơ như sau:

  $U_C = I_2Z_C = 2.30 = 60V$; $U_L = I_1Z_L = 2.30 = 60V \Rightarrow U_C = U_L$

  và $U_{R_1} = U_{R_2} = I_1R_1 = 2.40 = 80V$


B
$\vec{U_L}$
$\vec{I_2}$
$\vec{U_{R_1}}$
$\vec{U_{AD}}$
φ_{i_2}
A
φ_{i_1}
H
$\vec{I}$
D
Trục hiệu điện thế
$\vec{U_C}$
$\vec{I_1}$
$\vec{U_{R_2}}$
K

- Do đó, ΔBAK là tam giác cân nên $\vec{U}_{BK} \perp \vec{U}_{AD}$ và trong ΔBHD có $\widehat{BDH} = \varphi_{i_1}$ nên:

  $U_{BK} = 2U_{BH} = 2U_{R_1}\sin\varphi_{i_1}$

  $$= 2U_{R_1}.\frac{Z_L}{Z_1} = 2.80.\frac{30}{50} = 96V$$

- Trên giản đồ ta cũng có: u_{BK} trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AD}.

  Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng $U_{BK} = 96V$ và u_{BK} trễ pha $\pi/2$ so với u_{AD}.

c) Tính R' và cường độ dòng điện hiệu dụng trong các nhánh

- Vì ω không đổi, U không đổi nên

  $Z_L = Z_C$; $R_1 = R_2 = R'$.

  $\Rightarrow I_1' = I_2' \Leftrightarrow U_L' = U_C'; U_{R_1}' = U_{R_2}'$

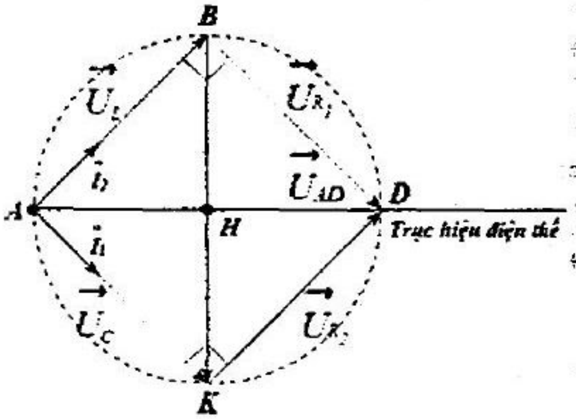
- Tứ giác ABDK có góc vuông tại B và K, đồng thời BK = AD nên tứ giác ADBK hình vuông.

  Vì i_2 sớm pha và i_1 trễ pha so với u_{AD} nên:

  $$\varphi_{i_2} - \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2}.$$

  $$\Leftrightarrow \tan\varphi_2 = \tan\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_1\right)$$

  $$\Rightarrow \tan\varphi_1.\tan\varphi_2 = -1$$


B
$\vec{U_L}$
$\vec{U_{R_1}}$
$\vec{I_2}$
$\vec{U_{AD}}$
D
A
H
$\vec{I_1}$
Trục hiệu điện thế
$\vec{U_C}$
$\vec{U_{R_2}}$
K

$\frac{-Z_L}{R_1}.\frac{Z_C}{R_2} = -1 \Leftrightarrow R'^2 = Z_L Z_C$

$R' = \sqrt{Z_L Z_C} = \sqrt{30.30} = 30\Omega$

ờng độ hiệu dụng trong các nhánh:

$= \frac{U}{Z_1'} = \frac{U}{\sqrt{R'^2 + Z_L^2}} = \frac{100}{\sqrt{30^2+30^2}} = \frac{100}{30\sqrt{2}} = 2,36A$

$= \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R'^2 + Z_C^2}} = \frac{100}{\sqrt{30^2+30^2}} = \frac{100}{30\sqrt{2}} = 2,36A$

ờng độ hiệu dụng trong mạch chính:

$= i_1' + i_2' \Rightarrow \vec{I'} = \vec{I_1'} + \vec{I_2'}$.

$\vec{I_1'} \perp \vec{I_2'} \Rightarrow I' = \sqrt{I_1'^2 + I_2'^2} = I_1'\sqrt{2} = \frac{100}{30\sqrt{2}}.\sqrt{2} = 3,33A$.

ậy: Cường độ hiệu dụng của các dòng điện là $I_1' = I_2' = 2,36A$ và $I' = 3,33A$.

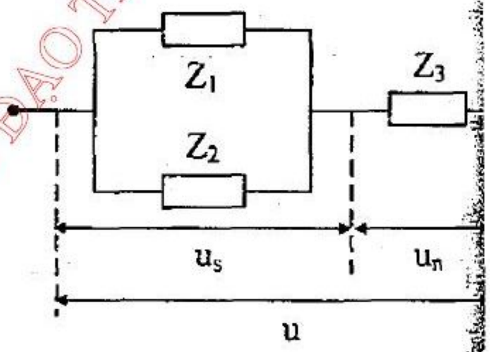
Chuyên đề 4:

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HỖN HỢP

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC

Mạch điện *hỗn hợp* là mạch điện gồm nhiều đoạn *nối tiếp* có các nhánh *song*

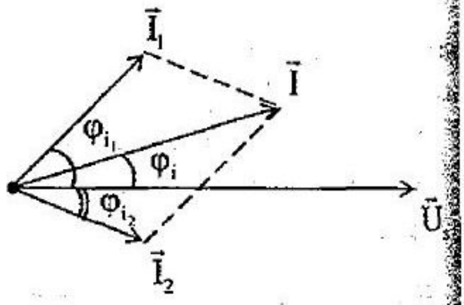
1. Giản đồ vectơ



- Với đoạn mạch gồm nhiều nhánh song song: $\vec I = \vec I_1 + \vec I_2 + \dots$. Do đó, khi vẽ giản đồ cần:
  - + Chọn trục gốc là trục hiệu điện thế $\vec U_s$ (hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch song song).
  - + Vẽ các vectơ $\vec I_1, \vec I_2, \dots$ với:

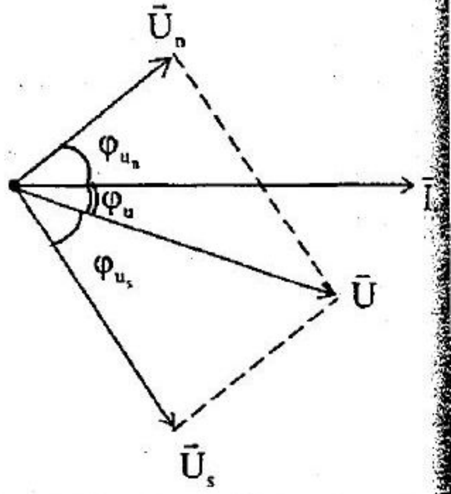
$$\vec I_1\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_s}{Z_1}\\ \varphi_{i_1} = -\arctan\dfrac{Z_{L_1}-Z_{C_1}}{R_1}\end{cases};$$

$$\vec I_2\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_s}{Z_2}\\ \varphi_{i_2} = -\arctan\dfrac{Z_{L_2}-Z_{C_2}}{R_2}\end{cases};\dots$$



  - + Vẽ vectơ: $\vec I = \vec I_1 + \vec I_2 + \dots$
- Với các đoạn mạch nối tiếp: $\vec U = \vec U_s + \vec U_n + \dots$. Do đó, khi vẽ giản đồ cần:
  - + Chọn trục gốc là trục dòng điện $\vec I$ (dòng điện chạy qua các đoạn mạch nối tiếp).
  - + Vẽ các vectơ $\vec U_s, \vec U_n, \dots$ với:

$$\vec U_s\begin{cases}U_s\\ \varphi_{u_s} = -\varphi_{i_1}\end{cases};\ \vec U_n\begin{cases}U_n = IZ_3\\ \varphi_{u_n}\end{cases};\dots$$



  - + Vẽ vectơ: $\vec U = \vec U_s + \vec U_n + \dots$

2. Cường độ hiệu dụng trong mạch chính và hiệu điện thế hiệu dụng hai mạch điện

- Chiếu các phương trình vectơ lên hai trục tọa độ Ox (nằm ngang) và Oy (t đứng), ta được:

Với cường độ hiệu dụng: $I_x = I_1\cos\varphi_{i_1} + I_2\cos\varphi_{i_2}$; $I_y = I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2\sin\varphi_{i_2}$.

$\Rightarrow I = \sqrt{I_x^2+I_y^2}$; $\tan\varphi_i = \dfrac{I_y}{I_x}$.

Với hiệu điện thế hiệu dụng:

$U_x = U_n\cos\varphi_{u_n} + U_s\cos\varphi_{u_s}$; $U_y = U_n\sin\varphi_{u_n} + U_s\sin\varphi_{u_s}$.

$\Rightarrow U = \sqrt{U_x^2+U_y^2}$; $\tan\varphi_u = \dfrac{U_y}{U_x}$.

Trường hợp đặc biệt, ta có thể dùng các tính chất hình học để tính nhanh bằng cách dựa vào các tam giác vectơ trên giản đồ.

Tổng trở của mạch điện: $Z = \dfrac{U}{I}$.

Công suất của mạch điện - Hệ số công suất

Công suất: $P = UI\cos\varphi = R_1I_1^2 + R_2I_2^2 + ...$

Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI}$.

NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

Với các bài toán về ***cường độ hiệu dụng, hiệu điện thế hiệu dụng và tổng trở*** cần chú ý:

Sử dụng giản đồ vectơ theo thứ tự:

- Vẽ giản đồ vectơ cho các dòng điện trong đoạn mạch gồm nhiều nhánh song song: $\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + ...$ (trục gốc $\vec{U}_s$).
- Vẽ giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế trong đoạn mạch nối tiếp: $\bar{U} = \bar{U}_s + \bar{U}_n + ...$ (trục gốc $\bar{I}$).

Có thể kết hợp cả hai giản đồ trên trên cùng hình vẽ.

Dùng công thức tính I, U ở mục 2 phần *Tóm tắt kiến thức* ở trên hoặc dựa vào các tam giác trên giản đồ để tính toán I, U...

Tổng trở của mạch điện: $Z = \dfrac{U}{I}$.

Với các bài toán về ***lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời, hiệu điện thế tức thời*** cần chú ý:

Xác định I_0, U_0, φ_i, φ_u như ở phần trên.

Viết biểu thức của i, u tương ứng.

Với các bài toán về ***công suất của mạch điện*** cần chú ý:

Dùng công thức: $P = R_1I_1^2 + R_2I_2^2 + ...$; $\cos\varphi = \dfrac{P}{UI}$.

Từ giản đồ xác định $\cos\varphi$ rồi suy ra $P = UI\cos\varphi$.

4. Với các bài toán về ***độ lệch pha*** cần chú ý:

- Lập các phương trình đại số và thực hiện tính toán. Chú ý các trường h *pha, vuông pha...*
- Có thể dựa vào giản đồ để việc giải bài toán đơn giản hơn.

5. Với các bài toán về ***cực trị*** cần chú ý:

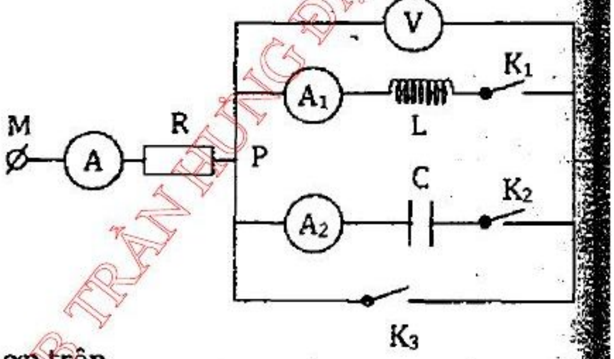
- Lập các phương trình đại số và thực hiện tính toán. Chú ý đến các đ thay đổi, các đại lượng không đổi.
- Có thể dựa vào giản đồ để việc giải bài toán đơn giản hơn.

C. CÁC BÀI TẬP VỀ MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HỖN HỢP

4.1. Cho biết: $U_{MN} = 120V$; $f = 50Hz$; R: điện trở thuần; L: độ tự cảm của cuộ cảm; $R_A = 0$; $R_V \to \infty$; $R_K = 0$.

- Khi K_3 đóng, K_1 và K_2 đều mở: Ampe kế A chỉ 2,00A.
- Khi K_2 đóng, K_1 và K_3 mở hoặc K_1 đóng K_2 và K_3 mở A đều chỉ 1,41A $\approx \sqrt{2}$ A.

Hãy tính:



a) Giá trị của R, L, C.

b) Số chỉ của V trong các trường hợp trên.

c) Số chỉ của các ampe kế khi K_1, K_2 đóng và K_3 mở. (Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,318$).

Bài giải

a) Giá trị của R, L, C

- Khi khóa K_1, K_2 mở, K_3 đóng đoạn mạch PN bị nối tắt, đoạn mạch MN chỉ

$$R = \frac{U_{MN}}{I_A} = \frac{120}{2} = 60\Omega$$

- Khi khóa K_2 đóng, K_1 và K_3 mở đoạn mạch MN gồm R và C mắc nối tiếp:

Ta có: $Z_1 = \sqrt{R^2+Z_C^2} = \frac{U_{MN}}{I} = \frac{120}{\sqrt{2}} = 60\sqrt{2}\Omega$

$$\Rightarrow Z_C = \sqrt{Z_1^2 - R^2} = \sqrt{\left(60\sqrt{2}\right)^2 - 60^2} = 60\Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.60\sqrt{2}} = 5,3.10^{-5}F = 53\mu F$$

- Khi K_1 đóng, K_2 và K_3 ngắt đoạn mạch MN gồm R và L nối tiếp:

Ta có: $Z_2 = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \frac{U_{MN}}{I} = 60\sqrt{2}\Omega$

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{Z_2^2 - R^2} = \sqrt{\left(60\sqrt{2}\right)^2 - 60^2} = 60\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{60}{100\pi} \approx 0,191H$$

Vậy: Giá trị của R, L và C là $60\,\Omega$, 0,191H và $53\,\mu F$.

Số chỉ của vôn kế trong các trường hợp trên

+ Trường hợp 1: Vôn kế chỉ số 0 (vì $U_{PN} = 0$)

+ Trường hợp 2: Ta có: $U_V = IZ_C = \sqrt{2}.60 = 84{,}6V$ nên số chỉ của vôn kế là 84,6V.

+ Trường hợp 3: Ta có: $U_V = IZ_L = \sqrt{2}.60 = 84{,}6V$ nên số chỉ của vôn kế là 84,6V.

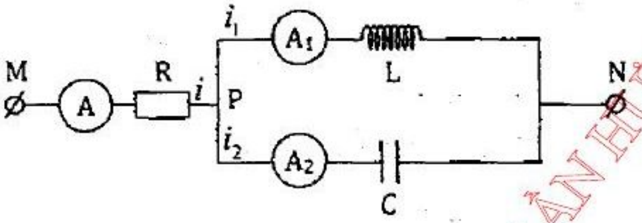
Số chỉ của các ampe kế khi khóa K_1, K_2 đóng, khóa K_3 mở

Khi khóa K_1, K_2 đóng, khóa K_3 mở, đoạn mạch có cấu tạo như hình vẽ.

Xét đoạn mạch PN gồm hai nhánh song song:

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$

với $\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{PN}}{Z_L} = \dfrac{U_{PN}}{60} \\ \varphi_{i_1} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$;



$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{PN}}{Z_C} = \dfrac{U_{PN}}{60} = I_1 \\ \varphi_{i_1} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

Vì i_1 và i_2 ngược pha nhau và có cùng độ lớn nên cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính lúc này là: $I = I_1 - I_2 = 0$. Do đó, số chỉ của ampe kế A lúc này bằng 0.

Số chỉ của ampe kế A_1: $I_1 = \dfrac{U_{MN}}{Z_L} = \dfrac{120}{60} = 2A$.

Số chỉ của ampe kế A_2: $I_2 = \dfrac{U_{MN}}{Z_C} = \dfrac{120}{60} = 2A$.

Vậy: Số chỉ các ampe kế A_1 và A_2 là 2A; số chỉ ampe kế A là 0.

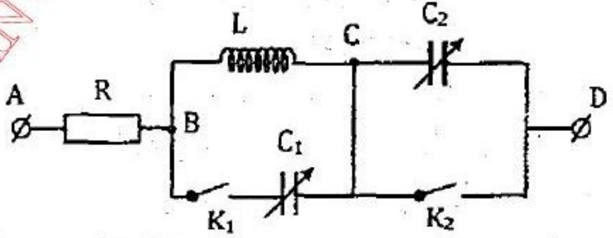
4.2. Một mạch điện có sơ đồ như sau: $R = 10{,}0\Omega$; L = 0,507H (cuộn thuần cảm); $U_{AD} = 120V$; f = 50Hz.

a) K_1 và K_2 đều mở. Điều chỉnh C_2 sao cho dòng điện I_R qua R có giá trị cực đại. Hãy tính:

Giá trị của điện dung C_2.

Cường độ dòng điện của I_R nói trên.

Hiệu điện thế U_{CD}.



b) K_1 và K_2 đều đóng. Điều chỉnh C_1 sao cho dòng điện I_R qua R có giá trị cực tiểu. Hãy tính:

Giá trị của điện dung C_1

Cường độ dòng điện I_R cực tiểu này.

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = 0{,}507.100\pi \approx 159\Omega$.

a) Giá trị của điện dung C_2, cường độ dòng điện cực đại qua R và hiệu điện thế U

- Khi khóa K_1 và K_2 đều mở, đoạn mạch gồm R, L, C mắc nối tiếp:
  - + Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_{C_2}\right)^2}}$$

  - + Để $I = I_{max} \Leftrightarrow Z_{C_2} = Z_L = 159\Omega$: cộng hưởng.

$$\Rightarrow C_2 = \frac{1}{\omega Z_{C_2}} = \frac{1}{100\pi.159} \approx 2.10^{-5}F \approx 20\mu F$$

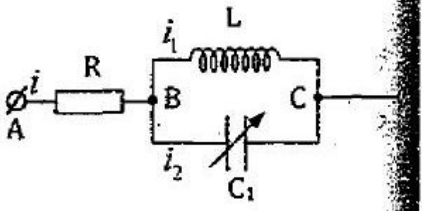
  - + Cường độ dòng điện cực đại qua R: $I_{Rmax} = I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{120}{10} = 12A$.
  - + Hiệu điện thế U_{CD}: $U_{CD} = U_{C_2} = IZ_{C_2} = 12.159 = 1910V$.

Vậy: Khi dòng điện qua R cực đại thì $C_2 = 20\mu F$; $I_{Rmax} = 12A$ và $U_{CD} = 1910V$.

b) Giá trị của điện dung C_1 và cường độ dòng điện I_{Rmin}

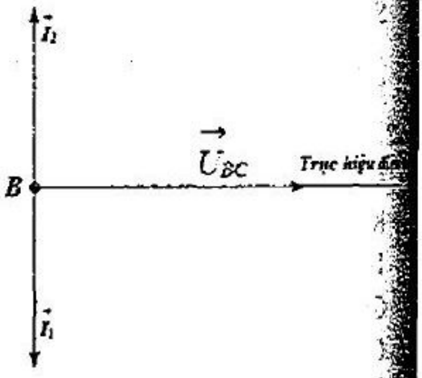
- Khi hai khóa K_1 và K_2 đều đóng, đoạn mạch gồm [R nt (L // C_2)]:

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$



với $\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{BC}}{Z_L} \\ \varphi_{i_1} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{BC}}{Z_{C_1}} \\ \varphi_{i_2} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

Giản đồ vectơ như hình vẽ.



- Vì i_1 và i_2 ngược pha nhau và có cùng độ lớn nên cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính lúc này là: $I = I_1 - I_2$.

$$\Rightarrow I_{min} \Leftrightarrow I_2 = I_1 \Leftrightarrow Z_{C_1} = Z_L = 159\Omega$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{\omega Z_{C_1}} = \frac{1}{100\pi.159} \approx 2.10^{-5}F \approx 20\mu F.$$

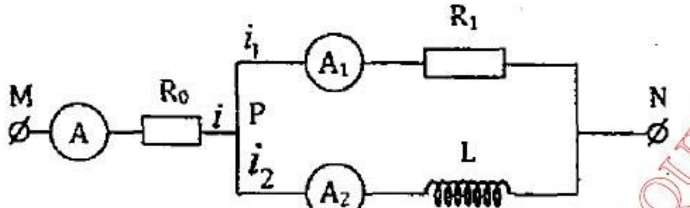
Vậy: Khi I_{Rmin} thì $C_1 = 20\mu F$ và $I_{Rmin} = 0$.

4.3. Một mạch điện xoay chiều có sơ đồ cấu tạo như hình sau đây:

$R_0 = 50{,}0\Omega$; $R_1 = 100{,}0\Omega$; L : cuộn thuần cảm; $U_{MN} = U_0\cos100\pi t$; $R_A \approx 0$.

a) Ampe kế A chỉ 2,00A; ampe kế A_1 chỉ 1,00A. Hãy tính U_0 và lập biểu thức
độ tức thời của các dòng điện qua ba ampe kế.

Thay cuộn thuần cảm L bằng tụ điện có điện dung C sao cho số chỉ của ba ampe kế không đổi. Hãy lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện qua ba ampe kế trong trường hợp này.



Nếu tụ điện nói ở câu b) được mắc song song với cuộn thuần cảm L của đoạn mạch ở câu a) thì số chỉ của các ampe kế là bao nhiêu?

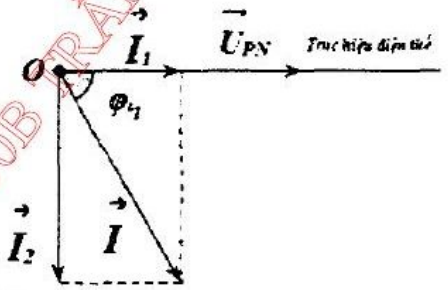
Bài giải

Hiệu điện thế U₀ và biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua các ampe kế

Xét đoạn mạch PN gồm hai nhánh song song:

+ Theo định luật nút mạch, ta có:

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}.$$



$$\text{với } \vec{I_1}\begin{cases} I_1 = 1A \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases};\ \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{PN}}{Z_L} = \dfrac{I_1R_1}{Z_L} = \dfrac{100}{Z_L} \\ \varphi_{i_2} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$

+ i_1 cùng pha với u_{PN} còn i_2 trễ pha $\pi/2$ so với u_{PN}.

+ Giản đồ vectơ như hình bên:

Vì $\vec{I_1} \perp \vec{I_2} \Rightarrow I^2 = I_1^2 + I_2^2 \Rightarrow I_2 = \sqrt{I^2 - I_1^2} = \sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3}A$.

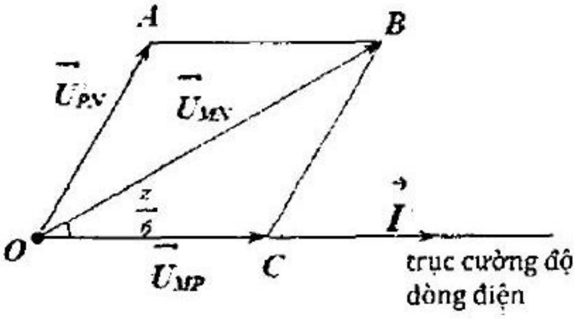
i trễ pha so với u_{PN} một góc φ_i, với $\tan\varphi_i = \dfrac{-I_2}{I_1} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi_i = -\dfrac{\pi}{3}$.

Xét đoạn mạch nối tiếp MN:

+ Ta có: $u_{MN} = u_{MP} + u_{PN} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MP} + \vec{U}_{PN}$

$$\text{với } \vec{U}_{MP}\begin{cases} U_{MP} = U_{R_0} = IR_0 = 2.50 = 100V \\ \varphi_{u_{R_0}} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{U}_{PN}\begin{cases} U_{PN} = I_1R_1 = 1.100 = 100V \\ \varphi_{u_{PN}} = -\varphi_i = \dfrac{\pi}{3} \end{cases}$$



+ Giản đồ vectơ như hình bên:

Vì $U_{PN} = U_{MP} = 100V$

nên tứ giác OABC là hình thoi, do đó:

$$U_{MN} = 2U_{PN}\cos\frac{\pi}{6} = 2.100.\frac{\sqrt{3}}{2} = 100\sqrt{3}V$$

* Hiệu điện thế cực đại hai đầu đoạn mạch:

$$U_0 = U_{MN}\sqrt{2} = 100\sqrt{3}.\sqrt{2} = 100\sqrt{6}V$$

- Biểu thức của i: Vì i trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{MN} nên: $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A)$.

$\Rightarrow i = 2{,}82\cos(314t - 0{,}523)(A)$.

- Biểu thức của i_1: Vì i_1 sớm pha $\frac{\pi}{3}$ so với i nên: $i_1 = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3}\right)$

$\Rightarrow i_1 = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A) = 1{,}41\cos(314t + 0{,}523)(A)$.

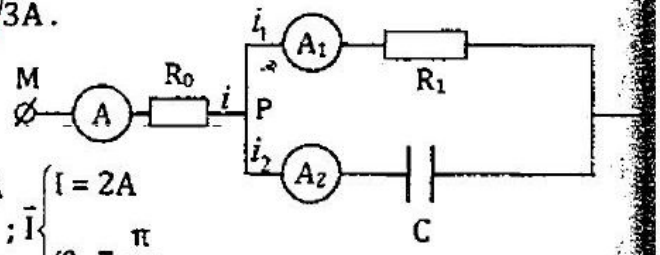
- Biểu thức của i_2: Vì i_2 trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với i nên $i_2 = \sqrt{6}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{6}\right)$

$\Rightarrow i_2 = \sqrt{6}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(A) = 2{,}45\cos(314t - 1{,}05)(A)$.

Vậy: Hiệu điện thế cực đại hai đầu đoạn mạch là $U_0 = 245V$; cường độ thời của các dòng điện qua ba ampe kế là $i_1 = 1{,}41\cos(314t + 0{,}523)$ $i_2 = 2{,}45\cos(314t - 1{,}05)(A)$ và $i = 2{,}82\cos(314t - 0{,}523)(A)$.

b) Biểu thức của cường độ dòng điện qua các ampe kế khi thay L bằng C

- Thay L bằng C, đoạn mạch có cấu tạo như hình vẽ:



+ Ta có: $I = 2A$; $I_1 = 1A$; $I_2 = \sqrt{3}A$.
+ Ở đoạn mạch PN:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

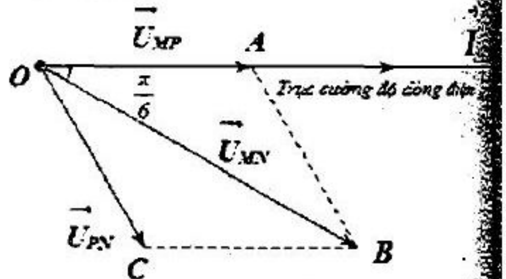
Với $\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = 1A \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases}$; $\vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \sqrt{3}A \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{I}\begin{cases} I = 2A \\ \varphi_i = \frac{\pi}{3} \end{cases}$

- Xét đoạn mạch nối tiếp MN, ta có:

$u_{MN} = u_{MP} + u_{PN} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MP} + \vec{U}_{PN}$

Với $\vec{U}_{MP}\begin{cases} U_{MP} = U_{R_0} = IR_0 = 2.50 = 100V \\ \varphi_{u_{MP}} = 0 \end{cases}$; $\vec{U}_{PN}\begin{cases} U_{PN} = I_1R_1 = 1.100 = 100V \\ \varphi_{u_{PN}} = -\varphi_i = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$

+ Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như hình bên:
+ Từ vào giản đồ vectơ, i sớm pha hơn u_{MN} một góc $\frac{\pi}{6}$. Tương tự câu a, ta có biểu thức của các cường độ dòng điện:



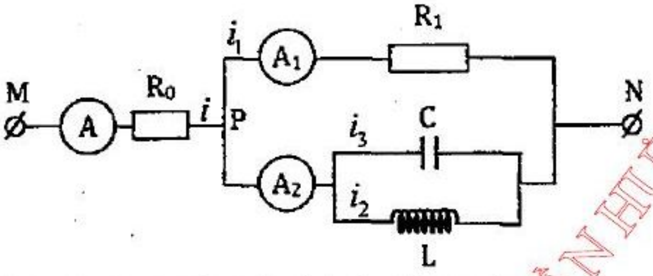
$$i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6}) = 2{,}82\cos(314t + 0{,}523)(A)$$

$$i_1 = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3}\right) = 1{,}41\cos(100\pi t - 0{,}523)(A)$$

$$i_2 = \sqrt{6}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}\right)(A) = 2{,}82\cos(314t + 1{,}05)(A).$$

Số chỉ của các ampe kế

Khi mắc tụ điện ở câu b song song với cuộn dây thuần cảm, đoạn mạch có cấu tạo như sau:



Từ câu a và b, ta có:

$$Z_C = \frac{U_{PN}}{I_2} = \frac{100}{\sqrt{3}}\Omega$$

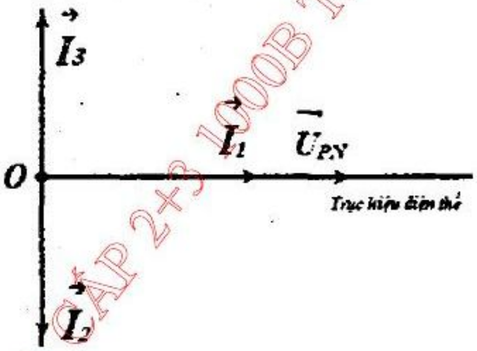
$$Z_L = \frac{U_{PN}}{I_1} = \frac{100}{\sqrt{3}}\Omega$$

Xét đoạn mạch gồm ba nhánh song song: Theo định luật nút mạch, ta có:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow \overline{I} = \overline{I_1} + \overline{I_2} + \overline{I_3}$$

$$\text{Với } \overline{I_1}\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{PN}}{R_1} = \dfrac{U_{PN}}{100} \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases};\ \overline{I_2}\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{PN}}{Z_L} \\ \varphi_{i_2} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases};$$

$$\overline{I_3}\begin{cases} I_3 = \dfrac{U_{PN}}{Z_C} \\ \varphi_{i_3} = +\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$



Giản đồ vectơ về cường độ dòng điện như hình bên:

Vì $I_2 = I_3$ và i₂ ngược pha với i₃ nên $I_{23} = I_2 - I_3 = 0$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính: $I = I_{23} + I_1 = I_1$

vì $U_{MN} = U_{MP} + U_{PN} = IR_0 + I_1R_1 = I(R_0 + R)$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R + R_1} = \frac{10\sqrt{3}}{150} = 1{,}155A$$

Vậy: Số chỉ của các ampe kế là: A₂ chỉ số 0 (không); A và A₁ chỉ 1,155A.

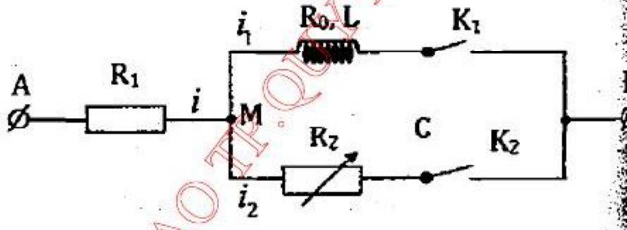
4. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: $R_1 = 25{,}0\Omega$; L: cuộn tự cảm có $R_0 = 75{,}0\Omega$, $L = 0{,}318H \approx \frac{1}{\pi}H$; $C = 31{,}8\mu F$; $R_K \approx 0$; R₂: biến trở.

Giữa A, B có hiệu điện thế xoay chiều:

$$u_{AB} = 141{,}4\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V).$$

a) K_1 đóng, K_2 mở. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua R_1 và h điện thế tức thời u_L giữa hai đầu cuộn dây.

b) K_2 đóng; K_1 mở. Điều chỉnh R_2 sao cho cường độ dòng điện trên mạch có giá trị như ở câu a). Tính R_2. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và của hiệu điện thế tức thời u_L.



c) Biến trở R_2 có giá trị như ở câu b. Hai khóa K_1, K_2 cùng đóng. Tính cường độ dòng điện trong mạch.

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi}.100\pi} = 100\Omega$.

a) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua R_1 và hiệu điện thế tức thờ giữa hai đầu cuộn dây

* Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua R_1

- Khi khóa K_1 đóng, K_2 mở đoạn mạch AB gồm điện trở thuần R_1 mắc nối tiếp cuộn dây (R_0, L):

+ Tổng trở: $Z = \sqrt{(R_1+R_0)^2+Z_L^2} = \sqrt{(25+75)^2+100^2} = 100\sqrt{2}\Omega$.

+ Cường độ cực đại: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{100\sqrt{2}}{100\sqrt{2}} = 1A$.

+ Độ lệch pha giữa u và i:

Ta có: $\tan\varphi = \frac{Z_L}{R_1+R_0} = \frac{100}{25+75} = 1$.

$\Rightarrow$ u_{AB} sớm pha hơn i một góc $\varphi = \frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow\ i = 1.\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A) = \cos(314t - 0{,}785)(A)$$

* Biểu thức hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây:

Ta có: $U_{0d} = I_0Z_d = I_o\sqrt{R_C^2+Z_L^2} = 1.\sqrt{75^2+100^2} = 125V$

và u_d sớm pha hơn i một góc φ_d; với $\tan\varphi_d = \frac{Z_L}{R_0} = \frac{100}{75} = \frac{4}{3} \Rightarrow \varphi_d = 0{,}92$

$$\Rightarrow\ u_d = 125\cos(100\pi t - 0{,}785 + 0{,}927) = 125\cos(314t + 0{,}142)(V)$$

b) Tính R_2 và lập các biểu thức i và u_L

- Khi K_2 đóng, K_1 mở đoạn mạch gồm R_1, R_2 và tụ C mắc nối tiếp (R_1, R_2, C):

Ta có: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}A$ (như câu a).

$$Z = \frac{U}{I} \Leftrightarrow \sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_C^2} = \frac{100}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 100\sqrt{2}\Omega$$

$$\Leftrightarrow (25+R_2)^2+100^2 = (100\sqrt{2})^2 \Leftrightarrow 25 + R_2 = 100 \Rightarrow R_2 = 100-25 = 75\Omega$$

Biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính

Ta có: $\tan\varphi = \frac{-Z_C}{R_1+R_2} = \frac{-100}{100} = -1 < 0$

$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}$: i sớm pha hơn u một góc $\frac{\pi}{4}$ = 0,785rad nên:

$$i = 1.\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right) = \cos(314t + 0{,}785)(A)$$

Biểu thức hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây:

Ta có: $U_{0d} = U_{0MB} = I_0 Z_{MB} = I_o\sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = 1.125 = 125V$

$\tan\varphi_{u_{MB}} = \frac{-Z_C}{R_2} = \frac{-100}{75} = \frac{-4}{3} \Rightarrow \varphi_{u_{MB}} = -0{,}927$: u_{MB} trễ pha hơn i một góc:

φ_{MB} = 0,927 rad nên:

$$u_d = u_{MB} = 125\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}-0{,}927\right) \approx 125\cos(314t-0{,}142)(V)$$

Vậy: Giá trị của $R_2 = 75\,\Omega$, biểu thức của i và u_d là: $i = \cos(314t + 0{,}785)(A)$ và $u_d = 125\cos(314t-0{,}142)(V)$.

Cường độ các dòng điện trong mạch khi hai khóa K_1, K_2 đều đóng

Khi K_1, K_2 đều đóng, đoạn mạch lúc này có cấu tạo như hình vẽ {R_1 nt {(R_0, L) // (R_2, C)]}:

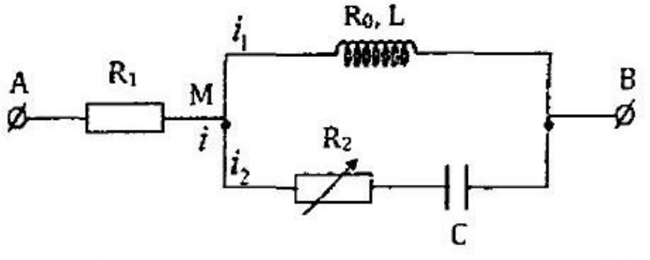
$R_1 = 25\Omega$; $R_0 = 75\Omega$; $Z_L = 100\Omega$

$Z_C = 100\Omega$; $R_2 = 75\Omega$

Xét đoạn mạch MB gồm hai nhánh song song: Theo định luật về nút mạch tại M:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = \frac{U_{MB}}{Z_1} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{R_0^2+Z_L^2}} = \frac{U_{MB}}{125} \\ \varphi_{i_1} = -0{,}927\text{rad} \end{cases}$$

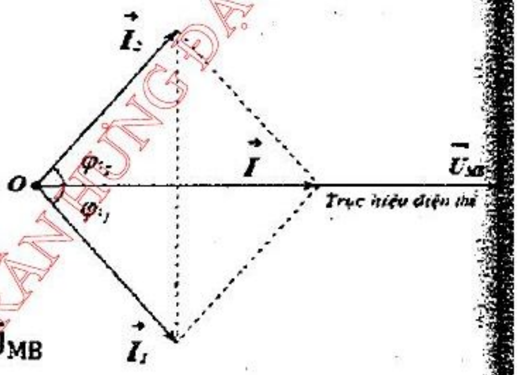


+ Vì $\tan\varphi_{i_1} = \dfrac{-Z_L}{R_0} = \dfrac{-100}{75} = \dfrac{-4}{3} < 0$: i_1 trễ pha so với u_{MB}.

$$\vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{MB}}{Z_2} = \dfrac{U_{MB}}{\sqrt{R_2^2+Z_C^2}} = \dfrac{U_{MB}}{\sqrt{75^2+100^2}} = \dfrac{U_{MB}}{125} = I_1 \\ \varphi_{i_2} = 0{,}927\text{rad} \end{cases}$$

+ Vì $\tan\varphi_{i_2} = \dfrac{Z_L}{R_2} = \dfrac{100}{75} = \dfrac{4}{3} > 0$: i_2 sớm pha so với u_{MB}.
+ Giản đồ vectơ về cường độ dòng điện như hình vẽ.
+ Theo giản đồ này, ta có:

$|\varphi_{i_1}| = \varphi_{i_2}$ và $I_1 = I_2$ nên $I = 2I_2\cos\varphi_{i_2}$



$$\Rightarrow I = 2\frac{U_{MB}}{125}.\frac{R_2}{Z_2} = 2\frac{U_{MB}}{125}.\frac{75}{125} = \frac{6}{625}U_{MB}$$

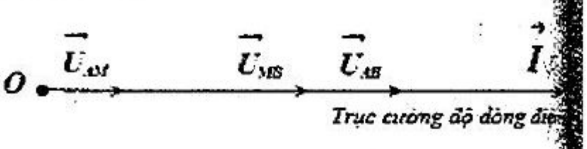
$\varphi_i = 0$: i cùng pha với u_{MB}.

- Xét hai đoạn mạch nối tiếp AM và MB:
  + Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

Với $\vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = IR_1 = 25I \\ \varphi_{u_R} = 0 \end{cases}$; $\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = \dfrac{625}{6}.I \\ \varphi_{u_{MB}} = 0 \end{cases}$

  + Giản đồ vectơ về hiệu điện thế như hình bên:
  + Từ giản đồ vectơ này, ta có:

$U = U_{AM} + U_{MB} = 25I + \dfrac{625}{6}I$



$$\Rightarrow I = \frac{U}{25+\dfrac{625}{6}} = \frac{100}{25+\dfrac{625}{6}} = 0{,}774\text{A}$$

và $U_{MB} = \dfrac{625}{6}I = \dfrac{625}{6}.0{,}774 = 80{,}625\text{V}$

$$I_1 = I_2 = \frac{U_{MB}}{125} = \frac{80{,}625}{125} = 0{,}645\text{A}$$

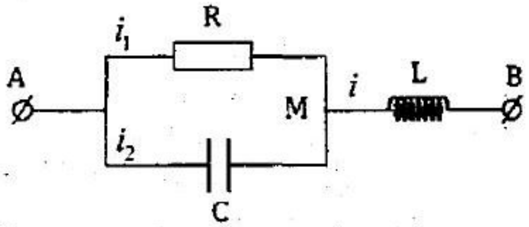
Vậy: Cường độ các dòng điện trong mạch là $I = 0{,}774\text{A}$; $I_1 = I_2 = 0{,}645\text{A}$.

4.5. Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều U = 120V (tần số f = 50Hz) người ta mắc nối tiếp điện trở thuần R = 12,0Ω và cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 0{,}019\text{H} \approx \dfrac{0{,}06}{\pi}\text{H}$.

a) Tính cường độ hiệu dụng I của dòng điện trong mạch và góc lệch pha φ_i giữa dòng điện và hiệu điện thế.

Tính điện dung C của tụ điện cần phải mắc nối tiếp với đoạn mạch trên để khi đặt vào A, B thì dòng điện và hiệu điện thế cùng pha. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện lúc đó.

Đoạn mạch gồm các phần tử trên đây được bố trí như sau:



Hãy tính:

Cường độ dòng điện I_1 qua tụ điện C.

Cường độ dòng điện I_2 qua điện trở R.

Cường độ dòng điện I qua cuộn tự cảm L.

Góc lệch pha φ_{i_L} giữa dòng điện qua L trong mạch chính và hiệu điện thế u_{AB}.

Bài giải

Cường độ hiệu dụng I và góc lệch pha giữa i và u

Ta có: $Z_L = L\omega = \dfrac{0,06}{\pi}.100\pi = 6\Omega$

$Z = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \sqrt{12^2+6^2} = 6\sqrt{5}\Omega \Rightarrow I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{120}{6\sqrt{5}} = 8,94A$

Độ lệch pha giữa u và i:

$\tan\varphi_{u/i} = \dfrac{Z_L}{R} = \dfrac{6}{12} = 0,5 \Rightarrow \varphi_{u/i} = 26^\circ 56' = 0,464\text{rad}$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 8,94A và góc lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế là 26°56'.

Giá trị của C và cường độ dòng điện hiệu dụng lúc đó

Khi mắc thêm tụ C nối tiếp với đoạn mạch, ta có mạch gồm R, L, C mắc nối tiếp.

Để u và i cùng pha: $Z_L = Z_C = 6\Omega \Rightarrow C = \dfrac{1}{\omega Z_C}$.

$\Rightarrow C = \dfrac{1}{100\pi.6} \approx 5,305.10^{-4}F \approx 530,5\mu F$

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch lúc này là: $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{120}{12} = 10A$

Vậy: Giá trị của C phải mắc thêm vào là $530,5\mu F$ và cường độ hiệu dụng của dòng điện lúc đó là 10A.

Cường độ dòng điện qua C, R, L và góc lệch pha giữa dòng điện qua L và hiệu điện thế u_{AB}

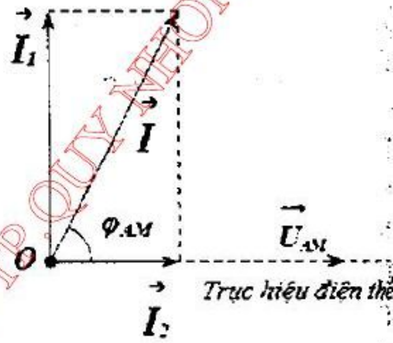
Xét đoạn mạch AM (R // C): Ta có: $I_1 = \dfrac{U_{AM}}{R} = \dfrac{U_{AM}}{12}$ và $I_2 = \dfrac{U_{AM}}{Z_C} = \dfrac{U_{AM}}{6} = 2I_1$

(i_1 cùng pha với hiệu điện thế u_{AM}; i_2 sớm pha $\pi/2$ so với u_{AM})

Áp dụng định luật nút mạch đối với giá trị tức thời ta có:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \overrightarrow{I} = \overrightarrow{I_1} + \overrightarrow{I_2}$

$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{AM}}{12} \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases};\ \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{AM}}{6} = 2I_1 \\ \varphi_{i_2} = +\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$



- Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện:
- Từ giản đồ, ta có:

$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = I_2\sqrt{5} = 20.\sqrt{2} = 44{,}8A$.

- Góc lệch pha giữa i so với u_{AM} được tính bởi:

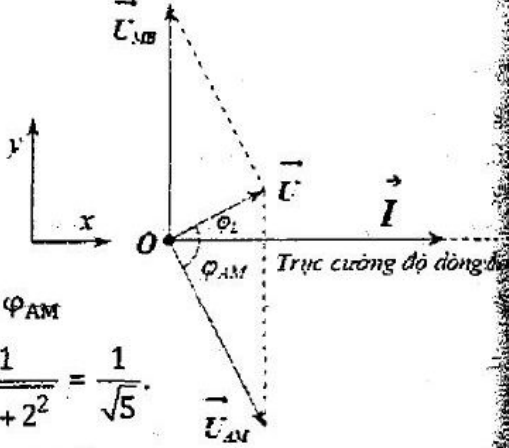
$\tan\varphi_{AM} = \dfrac{I_2}{I_1} = 2 \Rightarrow$ i sớm pha hơn u_{AM} một góc φ_{AM}.

- Xét đoạn mạch AB:
  + Theo tính chất của hiệu điện thế: $u = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

$$\vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = 12I_1 \\ \varphi_{u_{AM}} = -\varphi_{AM} \end{cases}$$

$U_{MB} = IZ_L = 6\sqrt{5}I_1 = 6\sqrt{5}\dfrac{U_{AM}}{12} = \dfrac{\sqrt{5}}{12}U_{AM}$ (u_{MB} sớm pha hơn i một góc $\frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow \vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = \dfrac{\sqrt{5}}{2}U_{AM} \\ \varphi_{u_{MB}} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$



  + Giản đồ vectơ về hiệu điện thế:
  + Theo giản đồ vectơ, ta có:

$U_x = U_{AM}\cos\varphi_{AM}$; $U_y = U_L - U_{AM}\sin\varphi_{AM}$

với $\cos\varphi_{AM} = \dfrac{1}{\sqrt{1 + \tan^2\varphi_{AM}}} = \dfrac{1}{\sqrt{1 + 2^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$.

$$\sin\varphi_{AM} = \sqrt{1 - \cos^2\varphi_{AM}} = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

Do đó: $U_x = U_{AM}\cos\varphi_{AM} + U_{MB}\cos\dfrac{\pi}{2} = \dfrac{U_{AM}}{\sqrt{5}}$

$$U_y = U_{AM}\sin\varphi_{AM} + U_{MB}\sin\frac{\pi}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2}U_{AM} - \frac{2}{\sqrt{5}}U_{AM} = U_{AM}\left(\frac{\sqrt{5}}{2} - \frac{2}{\sqrt{5}}\right) = \frac{U_{AM}}{2\sqrt{5}}$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = U_{AM}\sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2 + \left(\frac{1}{2\sqrt{5}}\right)^2} \Rightarrow U_{AM} = \frac{120}{0{,}5} = 240V$$

Suy ra: $I_1 = \frac{U}{R} = \frac{240}{12} = 20A$; $I_2 = 2I_1 = 2.20 = 40A$;

$$I = I_1\sqrt{5} = 20\sqrt{5}\,A \approx 44{,}72A.$$

Góc lệch pha φ_{i_L} giữa dòng điện qua L trong mạch chính và hiệu điện thế u_{AB}:

Ta có: $\tan\varphi_L = \frac{U_y}{U_x} = \frac{\frac{1}{2\sqrt{5}}}{\frac{1}{\sqrt{5}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_L \approx 26{,}56^0$.

Vậy: -Cường độ hiệu dụng qua các linh kiện là $I_1 = 20A$, $I_2 = 40A$ và $I = 44{,}72A$.

-Góc lệch pha φ_{i_L} giữa i và u_{AB} là 26°56′.

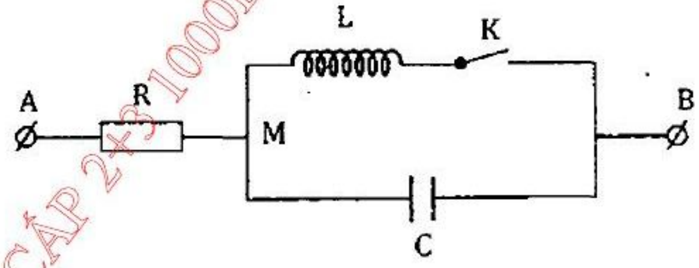
6. Cho mạch điện sau đây: $R = 30{,}0\Omega$, $L = 0{,}382H \approx \frac{1{,}2}{\pi}H$ (cuộn thuần cảm),

$C = \ 106\mu F \approx \frac{1}{3\pi}.10^{-3}F$.

Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào A, B có tần số góc thay đổi.

Định tần số góc của hiệu điện thế để dòng điện trong mạch chính cực tiểu.

Với $\omega = 100\pi s^{-1}$, cho biết cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính luôn có biểu thức:



$i = 5{,}66\cos 314t(A) \approx 4\sqrt{2}\cos 100\pi t(A)$

ấy: - Tính cường độ các dòng điện rẽ.

- Viết biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} khi khóa K đóng và mở.

Bài giải

Định tần số góc của hiệu điện thế để dòng điện trong mạch chính cực tiểu

Xét đoạn mạch MB (L//C), ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

Vì i_1, i_2 ngược pha nhau nên: $I = |I_1 - I_2| = |\frac{U_{MB}}{Z_L} - \frac{U_{MB}}{Z_C}| \Rightarrow I_{min} = 0$.

$$\Leftrightarrow \frac{U_{MB}}{Z_L} - \frac{U_{MB}}{Z_C} = 0 \Leftrightarrow Z_L = Z_C \Leftrightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC}.$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1{,}2}{\pi}.\frac{10^{-3}}{3\pi}}} = 50\pi(rad/s)$$

Vậy: Để dòng điện trong mạch chính cực tiểu thì $\omega_0 = 50\pi(rad/s)$.

b) Tính cường độ các dòng điện rẽ và viết biểu thức của hiệu điện thế tức thời khi khóa K đóng và mở

- Cường độ các dòng điện rẽ:

Ta luôn có: $I = |I_1 - I_2|$.

Vì $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1,2}{\pi} = 120\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-3}}{3\pi}} = 30\Omega$ nên:

$I_2 = 4I_1 \Rightarrow I = 4I_1 - I_1 = 3I_1$

$\Rightarrow I_1 = \frac{I}{3} = \frac{4}{3} = 1,33A$; $I_2 = 4I_1 = 4.1,33 = 5,32A$.

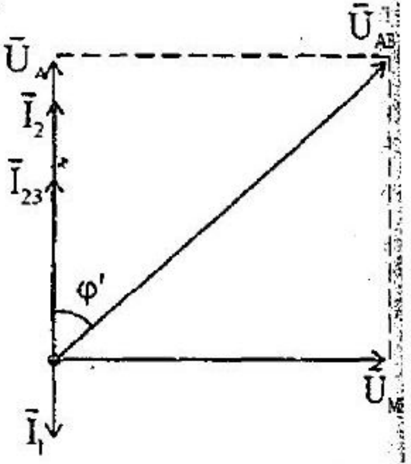
- Biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} khi khóa K đóng và mở:
  - + Khi K mở, mạch gồm (R, C). Ta có:

$$Z = \sqrt{R^2+Z_C^2} = \sqrt{30^2+30^2} = 30\sqrt{2}\Omega \Rightarrow U_0 = I_0Z = 4\sqrt{2}.30\sqrt{2} = 240V$$

$$\tan\varphi = \frac{-Z_C}{R} = \frac{-30}{30} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow u = 240\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})(V).$$

  - + Khi K đóng, mạch gồm [R nt (L//C)]:

Giản đồ vectơ kết hợp của mạch điện như sau:



Với: $I_R = I_{12} = I = 4A$; $U_R = U_{AM} = IR = 4.30 = 120V$.

$U_{MB} = U_{12} = I_1Z_L = 1,33.120 = 160V$.

i và u_{AM} cùng pha; $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$.

$\Rightarrow \bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AM} + \bar{U}_{MB}$.

Ta có:

$$U_{AB} = \sqrt{U_{AM}^2 + U_{MB}^2} = \sqrt{120^2 + 160^2} = 200V.$$

$\Rightarrow U_0 = 200\sqrt{2}$ V.

$$\tan\varphi' = \frac{U_{MB}}{U_{AM}} = \frac{160}{12} = 1,33 \Rightarrow \varphi' = 0,925.$$

$\Rightarrow u' = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - 0,925)(V)$.

Vậy: + Biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} khi khóa K mở là

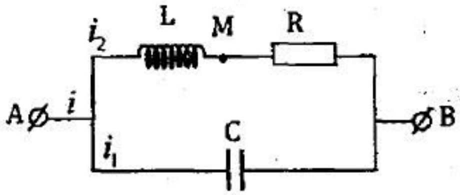
$$u = 240\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})(V).$$

+ Biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} khi khóa K đóng là

$$u' = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - 0,925)(V).$$

4.7. Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều $U_{AB} = 120V$ tần số f = 50Hz.

a) Mắc song song vào giữa A và B đoạn mạch có cấu tạo như trong hình. Cho biết $L = 0,954H \approx \frac{3}{\pi}H$; $R = 300\Omega$.



Tính cường độ hiệu dụng I_2 của dòng điện trong nhánh có điện trở R và cuộn thuần cảm L. Tính góc lệch pha φ_{i_2} của cường độ dòng điện so với hiệu điện thế.

Tính điện dung C của tụ điện để dòng điện hiệu dụng I_1 trong nhánh này thỏa điều kiện $I_1 = I_2\sqrt{2}$. Tính góc lệch pha φ_{i_1} của dòng điện trong nhánh này so với hiệu điện thế.

Tính cường độ hiệu dụng I của dòng điện trong mạch chính và góc lệch pha φ_i của dòng điện mạch chính so với hiệu điện thế.

Mắc nối tiếp vào đoạn mạch nói trên điện trở thuần R' = 600Ω. Đoạn mạch tạo thành được đặt vào AB. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện I' qua R' và góc lệch pha $\varphi_{i'}$ của dòng điện này so với hiệu điện thế.

Bài giải

Cường độ dòng điện hiệu dụng I_2 và góc lệch pha φ_{i_2} của i_2 so với u_{AB}.

Xét nhánh 2 (L, R), ta có:

+ Cảm kháng: $Z_L = L\omega = \frac{3}{\pi}.100\pi = 300\Omega$.

+ Tổng trở: $Z_2 = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \sqrt{300^2+300^2} = 300\sqrt{2}\Omega$.

+ Cường độ dòng điện hiệu dụng: $I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{120}{300\sqrt{2}} = \frac{2}{5\sqrt{2}} = 0{,}28A$.

+ Góc lệch pha φ_{i_2} của cường độ dòng điện so với hiệu điện thế:

$$\tan\varphi_{i_2} = \frac{-Z_L}{R} = -\frac{300}{300} = -1 \Rightarrow \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4}: i_2 \text{ trễ pha } \frac{\pi}{4} \text{ so với } u_{AB}.$$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong nhánh 2 là $I_2 = 0{,}28A$ và góc lệch pha φ_{i_2} của i_2 so với u_{AB} là $\frac{\pi}{4}$ rad.

Điện dung C của tụ điện, góc lệch pha φ_{i_1} giữa i_1 và u_{AB}

Theo đề: $I_1 = I_2\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{5}.\sqrt{2} = 0{,}4A$.

Dung kháng: $Z_C = \frac{U_{AB}}{I_1} = \frac{120}{0{,}4} = 300\Omega$.

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.300} \approx 1{,}06.10^{-5}F = 10{,}6\mu F$$

- Vì nhánh 2 chỉ có C nên i_1 sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AB}: $\varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2}$rad.

  Vậy: Điện dung của tụ điện là C = 10,6μF và góc lệch pha φ_{i_1} của dòng

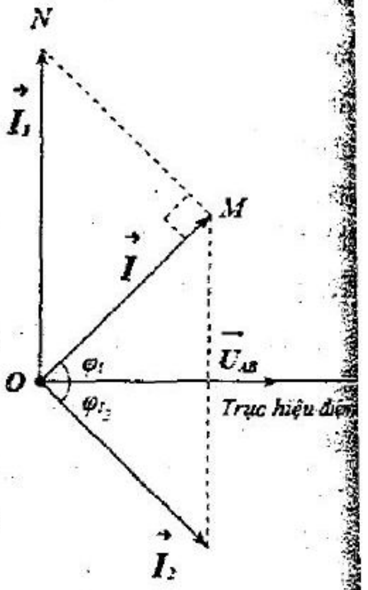
  trong nhánh này so với u_{AB} là $\varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2}$rad.

c) Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính, góc lệch pha giữa i và u_{AB}

- Cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính:

  $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \overline{I} = \overline{I_1} + \overline{I_2}$.

  Với $\overline{I_1}\begin{cases} I_1 = 0,4A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$; $\overline{I_2}\begin{cases} I_2 = \frac{\sqrt{2}}{5}A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$



- Giản đồ vectơ cho các dòng điện như hình bên:
- Từ giản đồ, ta có: $I_1 = I_2\sqrt{2} \Rightarrow \Delta OMN$ vuông cân.

  $\Rightarrow I = I_2 = 0,28A$ và và i sớm pha so với u_{AB}

  một góc $\frac{\pi}{4}$ hay $\varphi_i = \frac{\pi}{4}$ rad.

  (Có thể tính góc lệch pha giữa i và u theo cách sau:

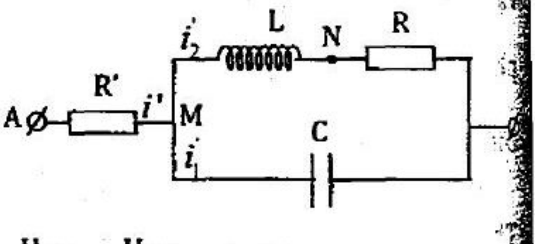
  Từ $\tan\varphi = \frac{I_y}{I_x} = \frac{I_1 - I_2\sin\frac{\pi}{4}}{I_2\cos\frac{\pi}{4}} = \frac{I_2\sqrt{2} - I_2\frac{\sqrt{2}}{2}}{I_2\frac{\sqrt{2}}{2}} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$ rad.

  Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là I = 0,28A và

  lệch pha φ_i của i so với u_{AB} là $\frac{\pi}{4}$ rad.

d) Cường độ dòng điện hiệu dụng I' qua R', góc lệch pha giữa i' và u_{AB}

- Khi mắc thêm R', đoạn mạch có cấu tạo như sau:



- Xét đoạn mạch MB gồm hai nhánh song song:

  + Ta có: $i' = i'_1 + i'_2 \Rightarrow \overline{I'} = \overline{I'_1} + \overline{I'_2}$.

  với $\overline{I'_2}\begin{cases} I'_2 = \frac{U_{MB}}{Z_2} = \frac{U_{MB}}{300\sqrt{2}} \\ \varphi_{i'_2} = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$; $\overline{I'_1}\begin{cases} I'_1 = \frac{U_{MB}}{Z_C} = \frac{U_{MB}}{300} = I'_2\sqrt{2} \\ \varphi_{i'_1} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

  + Tương tự như câu c, ta có $I'_1 = I'_2\sqrt{2}$ nên $I' = I'_2$ và i' sớm pha $\pi/4$ so với

+ Từ giản đồ: $\vec{I}'\begin{cases} I' = I_2' = \dfrac{U_{MB}}{300\sqrt{2}} \\ \varphi_i = \dfrac{\pi}{4} \end{cases}$.

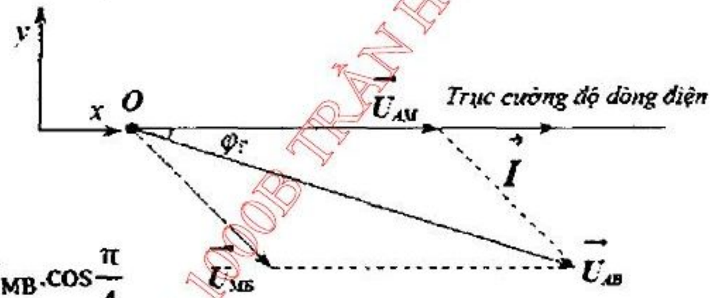
Xét đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch nối tiếp AM và MB:

+ Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$ (*)

$$\text{với } \vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = I'R' = 600I' \\ \varphi_{u_{AB}} = 0 \end{cases};\ \vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 300\sqrt{2}I' = \dfrac{U_{AM}}{\sqrt{2}} \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_i = -\dfrac{\pi}{4} \end{cases}$$

+ Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như sau:

+ Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số côsin, ta có:



$$U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2 + 2U_{AM}U_{MB}.\cos\frac{\pi}{4}$$

$$120^2 = \left[600^2 + \left(300\sqrt{2}\right)^2 + 2.600.300\sqrt{2}.\frac{1}{\sqrt{2}}\right]I'^2$$

$$I'^2 = \frac{2}{125} \Rightarrow I' = 0{,}126A$$

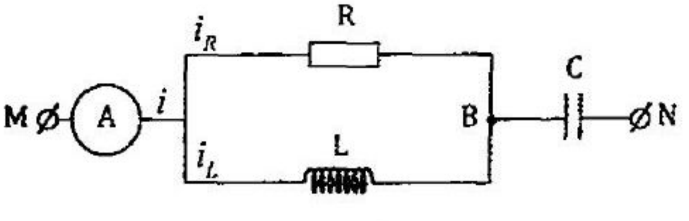
Góc lệch pha giữa i' và u_{AB}: Chiếu hệ thức (*) lên trục tọa độ Ox, Oy, ta được:

$$\begin{cases} U_x = U_{AM} + U_{MB}\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right) \\ U_y = U_{MB}\sin\left(-\dfrac{\pi}{4}\right) \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi = \frac{U_y}{U_x} = \frac{U_{MB}\sin\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)}{\sqrt{2}U_{MB} + U_{MB}\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)}$$

$$\tan\varphi = \frac{U_{MB}\left(-\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)}{\sqrt{2}U_{MB} + U_{MB}\dfrac{1}{\sqrt{2}}} = -\frac{1}{3} \Rightarrow \varphi = -0{,}322\text{rad} \approx -18^\circ 26'.$$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua R' là I' = 0,126A và góc lệch pha giữa i' so với u_{AB} là –18°26'.

8. Một đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như hình a. Cho $Z_L = Z_C = 100\Omega$ (L: cuộn thuần cảm);

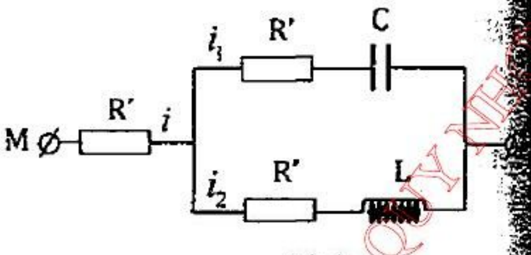


Hình a

$u_{MN} = 200\cos 314t(V) \approx 200\cos 100\pi t(V)$, ampe kế có điện trở không đáng kế.

a) Chứng tỏ rằng ta luôn có: $U_{BN}^2 = U_{MN}^2 + U_{MB}^2$.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời i_R qua điện trở thuần R. Nêu nhận xét.



Hình b

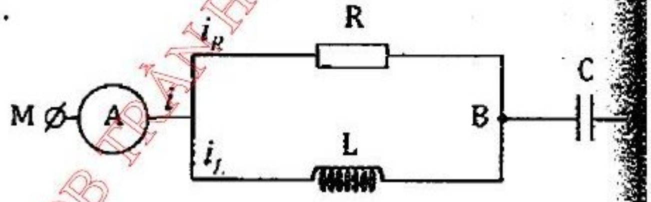
c) Cho R = 50,0Ω. Hãy tính số chỉ ampe kế.

d) Dùng điện trở thuần R' thay cho R và bố trí lại đoạn mạch như hình b. Cá điểm khác của mạch điện không thay đổi. Người ta đo được cường độ chính chỉ bằng 1/n cường độ trong các nhánh rẽ. Hãy tính R' theo n.

Bài giải

a) Chứng minh: $U_{BN}^2 = U_{MB}^2 + U_{MN}^2$.

- Xét đoạn mạch MB (hình a):

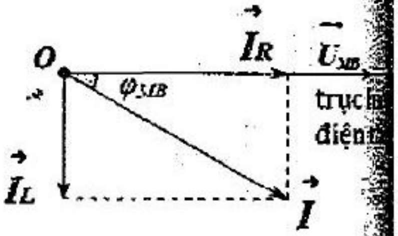


Hình a

+ Ta có: $i = i_R + i_L$

$\Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L$.

với $\vec{I}_R \begin{cases} I_R = \dfrac{U_{MB}}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$; $\vec{I}_L \begin{cases} I_L = \dfrac{U_{MB}}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$.



i_R cùng pha với u_{MB}, i_L trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

+ Giản đồ vectơ như hình bên:

+ Từ giản đồ, ta có: $I^2 = I_R^2 + I_L^2$.

$$\Leftrightarrow \frac{U_{MB}^2}{Z_{MB}^2} = \frac{U_{MB}^2}{R^2} + \frac{U_{MB}^2}{Z_L^2} \Rightarrow Z_{MB}^2 = \frac{R^2 Z_L^2}{R^2 + Z_L^2} \qquad (1)$$

- Xét đoạn mạch MN (hình a):

+ Ta có: $u_{MN} = u_{MB} + u_C \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MB} + \vec{U}_{BN}$.

+ Góc lệch pha giữa u_{MB} so với i được xác định bởi:

$\sin\varphi_{MB} = \dfrac{I_L}{I} = \dfrac{Z_{MB}}{Z_L}$, u_{MB} sớm pha hơn i một góc φ_{MB}

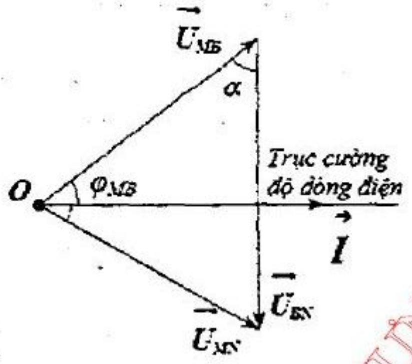
+ Do đó: $\vec{U}_{MB} \begin{cases} U_{MB} \\ \varphi_{MB} \end{cases}$; $\vec{U}_{BN} \begin{cases} U_{BN} \\ \varphi_{u_{BN}} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; u_{BN} trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i.

+ Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:

Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số côsin, ta có:

$U_{MN}^2 = U_{BN}^2 + U_{MB}^2 - 2U_{MB}U_{BN}\cos\alpha$

với $U_{MN} = IZ$; $U_{BN} = IZ_C$; $U_{MB} = IZ_{MB}$; $\cos\alpha = \sin\varphi_{MB} = \dfrac{Z_{MB}}{Z_L}$



$\Rightarrow Z^2 = Z_C^2 + Z_{MB}^2 - 2Z_{MB}Z_C.\dfrac{Z_{MB}}{Z_L}$

$\Leftrightarrow Z^2 = Z_C^2 + Z_{MB}^2\left(1 - 2\dfrac{Z_C}{Z_L}\right)$ (2)

Khi $Z_L = Z_C \Leftrightarrow Z^2 = Z_C^2 - Z_{MB}^2$

$\Rightarrow Z_C^2 = Z_{MB}^2 + Z^2$

$\Leftrightarrow (IZ_C)^2 = (IZ_{MB})^2 + (IZ)^2 \Leftrightarrow U_{BN}^2 = U_{MB}^2 + U_{MN}^2$

Vậy: $U_{BN}^2 = U_{MB}^2 + U_{MN}^2$.

Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua R

Từ kết quả câu a, ta có: u_{MB} sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MN} nên i_R sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MN}. Do đó biểu thức của cường độ dòng điện qua R là:

$i_R = I_{0R}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (A)

Ta đã có: $Z^2 = Z_C^2 - Z_{MB}^2 = Z_C^2 - \dfrac{R^2Z_L^2}{R^2 + Z_L^2} = \dfrac{R^2\left(Z_L^2 - Z_C^2\right) + Z_C^2Z_L^2}{R^2 + Z_L^2}$

$\Leftrightarrow Z^2 = \dfrac{Z_C^2Z_L^2}{R^2 + Z_L^2}$ $(Z_L = Z_C)$ (3)

$\Rightarrow I^2 = \dfrac{U^2}{Z^2} = \dfrac{U^2\left(R^2 + Z_L^2\right)}{Z_C^2Z_L^2}$ (4)

Mặt khác: $I^2 = I_R^2 + I_L^2$ (5)

và $\dfrac{I_R}{I_L} = \dfrac{U_{MB}Z_L}{U_{MB}R} = \dfrac{Z_L}{R} \Rightarrow I_L = \dfrac{R}{Z_L}.I_R$ (6)

Từ (4), (5) và (6) ta được: $I^2 = \left(1 + \dfrac{R^2}{Z_L^2}\right)I_R^2 \Leftrightarrow \dfrac{U^2\left(R^2 + Z_L^2\right)}{Z_C^2Z_L^2} = \dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_L^2}.I_R^2$

$\Rightarrow I_R^2 = \dfrac{U^2}{Z_C^2} \Rightarrow I_R = \dfrac{U}{Z_C} \Rightarrow I_{0R} = \dfrac{U_0}{Z_C} = \dfrac{200}{100} = 2A$

- Biểu thức của i_R là: $i_R = 2\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(A)$.

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời qua R là $i_R = 2\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(A)$. Từ thức đó ta thấy i_R không phụ thuộc vào R.

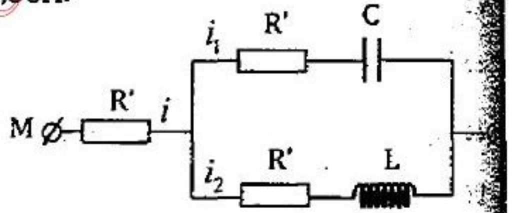
c) Số chỉ ampe kế A khi $R = 50\Omega$

Từ (4) suy ra: $I = \frac{U.\sqrt{R^2+Z_L^2}}{Z_CZ_L} = \frac{100\sqrt{2}.\sqrt{50^2+100^2}}{100.100} = \frac{\sqrt{10}}{2} = 1{,}58A$.

Vậy: Số chỉ ampe kế A khi $R = 50\Omega$ là 1,58A.

d) Tính R' theo n

- Xét đoạn mạch BN (hình b): Gọi i_1, i_2, i lần lượt là cường độ tức thời tức thời hình vẽ.



Hình b

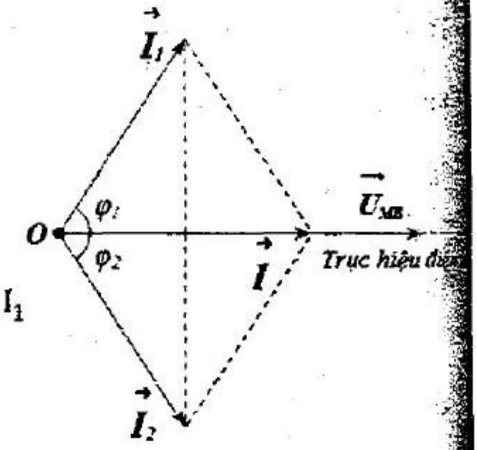
+ Ta có: $i = i_1+i_2 \Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1+\bar{I}_2$.

$$\text{với } \bar{I}_1\begin{cases}I_1 = \frac{U_{BN}}{Z_1} = \frac{U_{BN}}{\sqrt{R'^2+Z_C^2}}\\ \cos\varphi_1 = \frac{R'}{Z_1}\end{cases}$$

(i_1 sớm pha hơn u_{BN} một góc φ_1)

$$\bar{I}_2\begin{cases}I_2 = \frac{U_{BN}}{Z_2} = \frac{U_{BN}}{\sqrt{R'^2+Z_L^2}} = \frac{U_{BN}}{\sqrt{R'^2+Z_C^2}} = I_1\\ |\varphi_2| = \varphi_1\end{cases}$$

(i_2 trễ pha hơn u_{BN} một góc φ_2)



+ Giản đồ vectơ quay cho các cường độ dòng điện như hình bên:

Vì $I_1 = I_2$; $\varphi_1 = \varphi_2$ nên từ giản đồ vectơ, ta có: $I = 2I_1\cos\varphi_1$.

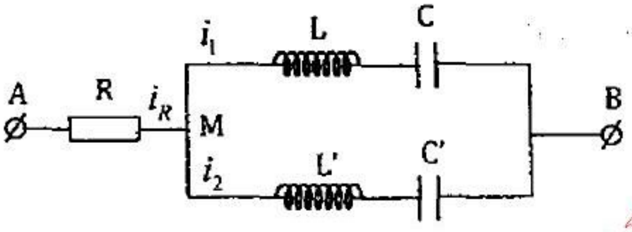
Mặt khác: $I = \frac{I_1}{n} \Leftrightarrow \frac{I_1}{n} = 2I_1.\frac{R'}{Z_1} \Rightarrow Z_1 = 2n.R'$

$\Leftrightarrow R'^2+Z_C^2 = 4n^2R'^2$

$\Rightarrow R' = \frac{Z_C}{\sqrt{4n^2-1}} = \frac{100}{\sqrt{4n^2-1}}$, với $n > 0{,}5$.

Vậy: Giá trị của R' theo n là $R' = \frac{100}{\sqrt{4n^2-1}}$, với $n > 0{,}5$.

Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: L, L': hệ số tự cảm của hai cuộn thuần cảm; C, C': điện dung của các tụ điện. Cho ω thay đổi từ $0 \to \infty$.



Hãy chứng tỏ:

Có hai giá trị ω_1, ω_2 của tần số góc dòng điện để I_R cực đại.

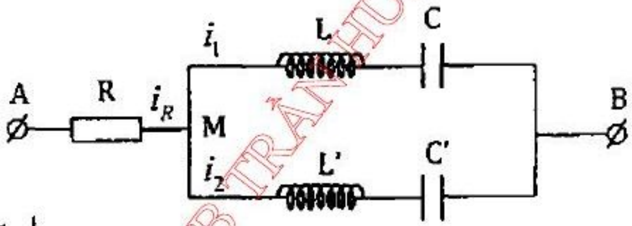
Có một giá trị ω_3 duy nhất để $I_R = 0$

Bài giải

Chứng tỏ có hai giá trị ω_1, ω_2 của tần số góc để I_{Rmax}

Xét đoạn mạch MB gồm hai nhánh song song (L, C) và (L', C'):

+ Ta có: $i_R = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.



với $I_1 = \dfrac{U_{MB}}{Z_1}$;

$$Z_1 = |Z_L - Z_C| = \left|L\omega - \frac{1}{C\omega}\right|$$

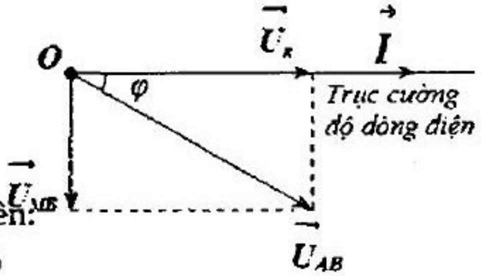
$$I_2 = \frac{U_1}{Z_2};\ Z_2 = |Z'_L - Z'_C| = \left|L'\omega - \frac{1}{C'\omega}\right|$$

+ Vì mỗi nhánh đều gồm (L, C) nên i_1 và i_2 vuông pha với $u_1 \Rightarrow I_R = |I_1 \pm I_2|$.

Xét đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch nối tiếp AM và MB:

+ Ta có: $u_{AB} = u_R + u_1 \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}_{MB}$.

với $\vec{U}_R \begin{cases} U_R = IR \\ \varphi_{u_R} = 0 \end{cases}$; $\quad \vec{U}_1 \begin{cases} U_1 = I_1 Z_1 \\ \varphi_{u_1} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$



+ Giản đồ vectơ về hiệu điện thế như hình bên:

$$I_R = \frac{U_R}{R};\ U_R = U_{AB}\cos\varphi \Rightarrow I_R = \frac{U_{AB}\cos\varphi}{R}$$

Vì U và R không đổi nên $I_{Rmax} \Leftrightarrow \cos\varphi = 1$.

+ Từ giản đồ, ta thấy khi $\cos\varphi = 1$ thì $U_R = U$ nghĩa là u_R cùng pha với u và $U_{MB} = 0$.

$$\Leftrightarrow L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = 0 \Rightarrow \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ hoặc } L'\omega_2 - \frac{1}{C'\omega_2} = 0 \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L'C'}}$$

Vậy: Có hai giá trị ω_1, ω_2 của tần số góc dòng điện để I_R cực đại.

Chứng tỏ có một giá trị ω_3 để $I_R = 0$

Từ câu a, ta có: $I_R = I_1 - I_2 = 0 \Leftrightarrow I_1 = I_2 \Leftrightarrow \dfrac{U_{MB}}{Z_1} = \dfrac{U_{MB}}{Z_2}$

- Để thỏa mãn điều kiện trên thì i_1 và i_2 phải ngược pha nhau, do đó:

$$Z_L - Z_C = Z_{C'} - Z_{L'} \Leftrightarrow Z_L + Z_{L'} = Z_C + Z_{C'}$$

$$\Leftrightarrow (L+L')\omega_3 = \frac{1}{\omega_3}\left(\frac{1}{C}+\frac{1}{C'}\right) = \frac{1}{\omega_3}\left(\frac{C+C'}{CC'}\right) \Rightarrow \omega_3 = \sqrt{\frac{C+C'}{CC'(L+L')}}$$

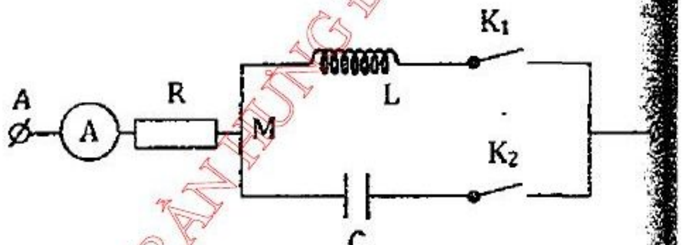
Vậy: Có một giá trị ω_3 duy nhất để $I_R = 0$.

4.10. Cho mạch điện sau đây: $L = 31{,}8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H}$ (cuộn thuần cảm); R: điện

thuần; $R_A = R_K \approx 0$.

Hiệu điện thế u_{AB} luôn có biểu thức: $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$.

Khi đóng một trong hai khóa, số chỉ của ampe kế không đổi. Khi đóng cả hai khóa K, hãy:



a) Tính số chỉ của ampe kế.

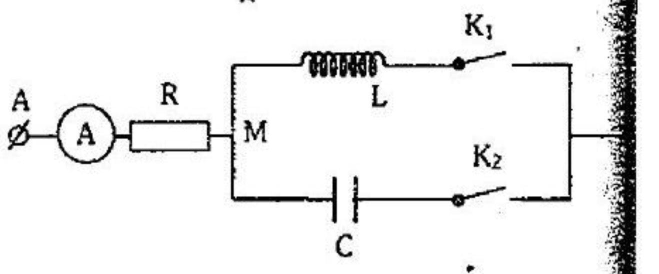
b) Lập biểu thức cường độ tức thời các dòng điện trong hai mạch rẽ.

Bài giải

a) Số chỉ của ampe kế

- Khi K_1 đóng, K_2 mở, mạch điện gồm R, L nối tiếp, do đó:

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$$



- Khi K_2 đóng, K_1 mở, mạch điện gồm R, C nối tiếp, do đó:

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$$

- Vì số chỉ của ampe kế không đổi trong cả hai trường hợp nên:

$$\Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow Z_C = Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1}{10\pi} = 10\Omega.$$

- Khi K_1, K_2 đều đóng, ta có: $i = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_C$

với: $I_L = \frac{U_{MB}}{Z_L}$; i_L trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$I_C = \frac{U_{MB}}{Z_C} = I_L$; i_C sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$\Rightarrow I_R = I_L - I_C = 0$: Số chỉ A bằng 0.

Vậy: Khi cả hai khóa đều đóng, số chỉ ampe kế bằng 0.

Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện trong hai mạch rẽ

Vì $I_R = 0$ nên $U_R = I_R R = 0 \Rightarrow U_{AB} = U_L = U_C = 100V$.

$$\Rightarrow I_{0L} = \frac{U_{0L}}{Z_L} = \frac{100\sqrt{2}}{10} = 10\sqrt{2}A = I_{0C}$$

Biểu thức của dòng điện tức thời qua L và C là:

$$i_L = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t \Rightarrow Z_C^2 = Z_{MB}^2 + Z^2\frac{\pi}{2}\right)(A) = 14,1\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(A)$$

$$i_C = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A) = 14,1\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$$

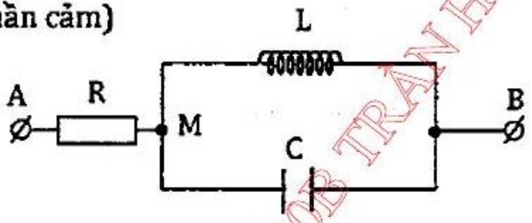
Đó chính là biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong hai mạch rẽ của mạch điện.

11. Cho các mạch điện có sơ đồ như hình sau đây:

(*Hình 1*): $L = 31,8mH \approx \frac{1}{10\pi}H$ (cuộn thuần cảm)

$C = 636\mu F \approx \frac{2.10^{-3}}{\pi}F$

$R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\ \Omega$ (điện trở thuần)

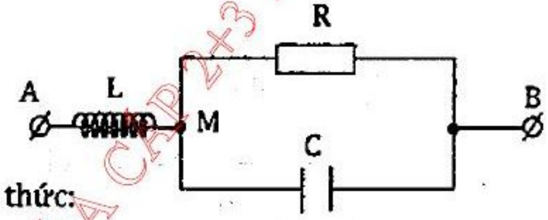


Hình 1

(*Hình 2*): $L = 27,5mH \approx \frac{\sqrt{3}}{20\pi}H$ (cuộn thuần cảm)

$C = 184\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi\sqrt{3}}F$

$R = 10,0\Omega$ (điện trở thuần)



Hình 2

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

Tính tổng trở của mạch điện AB. Suy ra độ lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} và dòng điện mạch chính.

Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MB}. Suy ra biểu thức cường độ tức thời các dòng điện mạch rẽ.

Bài giải

Tổng trở mạch điện AB, độ lệch pha giữa u_{AB} và i

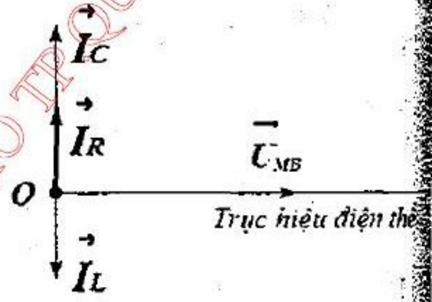
Mạch điện (1):

+ Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{2.10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 5\Omega$.

+ Xét đoạn mạch MB (L // C):

Ta có: $i_R = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{I}_L + \vec{I}_C$

với $\vec{I}_L\begin{cases} I_L = \dfrac{U_{MB}}{Z_L} = \dfrac{U_{MB}}{10} \\ \varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{I}_C\begin{cases} I_C = \dfrac{U_{MB}}{Z_C} = \dfrac{U_{MB}}{5} = 2I_L \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$


$\vec{I}_C$
$\vec{I}_R$
$\vec{U}_{MB}$
O
Trục hiệu điện thế
$\vec{I}_L$

Giản đồ vectơ về dòng điện như hình bên:

Từ giản đồ, ta có: $I_R = I_C - I_L = I_L$;

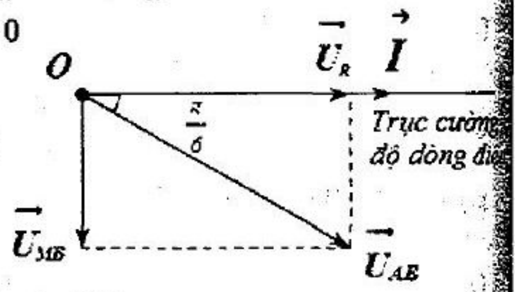
i_R sớm pha so với u_{MB} một góc $\varphi_i = \dfrac{\pi}{2}$.

+ Xét đoạn mạch AB (R nt (L // C)), ta có:

$u_{AB} = u_R + u_{MB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_{MB}$

Giản đồ vectơ về hiệu điện thế như hình bên:

$\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 10I_L = 10I_R \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_i = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{U}_R\begin{cases} U_R = I_R R = 10\sqrt{3}I_R \\ \varphi_{u_R} = 0 \end{cases}$


O
$\vec{U}_R$
$\vec{I}$
$\frac{\pi}{6}$
Trục cường độ dòng điện
$\vec{U}_{MB}$
$\vec{U}_{AB}$

Từ giản đồ, ta có:

$U_{AB}^2 = U_R^2 + U_{MB}^2$

$\Rightarrow U_{AB} = I\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2} = 20I$

Tổng trở của mạch điện AB là: $Z = \dfrac{U_{AB}}{I} = \dfrac{20I}{I} = 20\Omega$.

Độ lệch pha giữa i_R và u_{AB} được xác định bởi công thức:

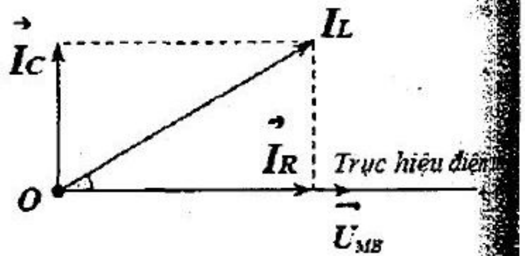
$\tan\varphi = \dfrac{U_{MB}}{U_R} = \dfrac{10I_R}{10\sqrt{3}I_R} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{6}$

Vậy: Tổng trở của mạch điện AB là $Z = 20\Omega$, độ lệch pha giữa i_R và u_{AB}

$\varphi = \dfrac{\pi}{6}$ rad.

- Mạch điện (2)

+ Ta có: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi\sqrt{3}}.100\pi} = 10\sqrt{3}\Omega$;


$\vec{I}_L$
$\vec{I}_C$
$\vec{I}_R$
Trục hiệu điện thế
O
$\vec{U}_{MB}$

$Z_L = L\omega = \dfrac{\sqrt{3}}{20\pi}.100\pi = 5\sqrt{3}\Omega$;

$R = 10\Omega$.

+ Xét đoạn mạch MB (R // C):

Ta có: $i_L = i_C + i_R \Rightarrow \vec{I}_L = \vec{I}_C + \vec{I}_R$.

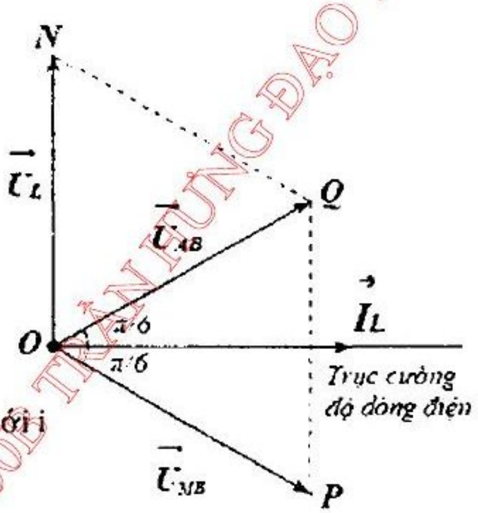
Giản đồ vectơ về dòng điện như hình bên:

$\vec{I}_C\begin{cases} I_C = \dfrac{U_{MB}}{Z_C} = \dfrac{U_{MB}}{10\sqrt{3}} \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{I}_R\begin{cases} I_R = \dfrac{U_{MB}}{R} = \dfrac{U_{MB}}{10} = \sqrt{3}I_C \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$

Từ giản đồ, ta có: $I_L^2 = I_R^2 + I_C^2 \Rightarrow I_L = \sqrt{\left(\sqrt{3}I_C\right)^2 + I_C^2} = 2I_C$

i_L sớm pha so với u_{MB} một góc φ_{MB}, với

$\tan\varphi_{MB} = \dfrac{I_C}{I_R} = \dfrac{I_C}{\sqrt{3}I_C} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{MB} = \dfrac{\pi}{6}$.



+ Xét đoạn mạch AB (L nt (R // C)):

Ta có: $u_{AB} = u_L + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_{MB}$.

Giản đồ vectơ về các hiệu điện thế như hình bên:

$\vec{U}_L\begin{cases} U_L = I_LZ_L = 5\sqrt{3}I_L \\ \varphi_{u_L} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; u_L sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i

$\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 10\sqrt{3}I_C = 10\sqrt{3}.\dfrac{I}{2} = 5\sqrt{3}I \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_{MB} = -\dfrac{\pi}{6} \end{cases}$; u_{MB} trễ pha $\dfrac{\pi}{6}$ so với i_L

Từ giản đồ, ta có: $U_L = U_{MB}$ nên U_{AB} là phân giác của góc $\widehat{NOP}$ nên $\widehat{QOP} = \dfrac{\pi}{3}$.

$\Rightarrow$ OQP là tam giác đều.

Do đó: $U_{AB} = U_L \Rightarrow I_LZ = I_LZ_L$

$\Rightarrow Z = Z_L = 5\sqrt{3}\Omega = 8{,}7\,\Omega$; u_{AB} sớm pha hơn i_L một góc $\dfrac{\pi}{6}$.

Vậy: Tổng trở của mạch điện AB là $Z = 8{,}7\Omega$, góc lệch pha giữa u_{AB} và i_L là $\pi/6$.

b-Biểu thức hiệu điện thế tức thời u_{MB}, cường độ dòng điện tức thời trong các mạch rẽ.

Mạch điện (1):

+ Biểu thức u_{MB}:

Ta có: $U_{MB} = 10I_R = 10.\dfrac{100}{20} = 50V$

$\Rightarrow U_{0MB} = 50\sqrt{2}V$, u_{MB} trễ pha $\dfrac{\pi}{3}$ so với u_{AB}.

$\Rightarrow u_{MB} = 50\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right) = 70{,}7\cos(314t - 1{,}05)(V)$

+ Biểu thức i_L:

Vì $I_L = I_R \Rightarrow I_{0L} = I_{0R} = \dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{100\sqrt{2}}{20} = 5\sqrt{2}A$, i_L trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$$\Rightarrow i_L = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) \approx 7{,}05\cos(314t - 2{,}62)($$

+ Biểu thức i_C:

Ta có: $I_{0C} = 2I_{0L} = 2.5\sqrt{2} = 10\sqrt{2}A$, i_C sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$$\Rightarrow i_C = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \approx 14{,}14\cos(314t + 0{,}523)(A)$$

Vậy: Biểu thức u_{MB}, i_L và i_C là $u_{MB} = 70{,}7\cos(314t - 1{,}05)(V)$;

$i_L = 7{,}05\cos(314t - 2{,}62)(A)$; $i_C = 14{,}14\cos(314t + 0{,}523)(A)$.

- Mạch điện (2):

+ Biểu thức u_{MB}:

Ta có: $U_{MB} = 5\sqrt{3}I = 5\sqrt{3}.\dfrac{U}{Z} = 5\sqrt{3}.\dfrac{100}{5\sqrt{3}} = 100V \Rightarrow U_{0MB} = 100\sqrt{2}$ V.

u_{MB} trễ pha $\dfrac{\pi}{3}$ so với u_{AB}

$$\Rightarrow u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 141\cos(314t - 1{,}05)(V)$$

+ Biểu thức i_C:

Vì $I_L = 2I_C$ nên $I_{0C} = \dfrac{I_{0L}}{2} = \dfrac{1}{2}.\dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{1}{2}.\dfrac{100\sqrt{2}}{5\sqrt{3}} = \dfrac{10\sqrt{6}}{3}(A)$;

i_C sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$$\Rightarrow i_C = \frac{10\sqrt{6}}{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{10\sqrt{6}}{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$= 8{,}13\cos(314t + 0{,}523)(A)$$

+ Biểu thức i_R: Ta có: $I_{0R} = \sqrt{3}I_{0C} = \sqrt{3}.\dfrac{10\sqrt{6}}{3} = 10\sqrt{2}A$; i_R cùng pha u_{MB}.

$$\Rightarrow i_R = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 14{,}1\cos(314t - 1{,}05)(A)$$

Vậy: Biểu thức u_{MB}, i_C và i_R là $u_{MB} = 141\cos(314t - 1{,}05)(V)$;

$i_C = 8{,}13\cos(314t + 0{,}523)(A)$; $i_R = 14{,}1\cos(314t - 1{,}05)(A)$.

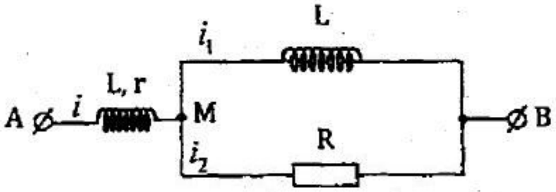
12. Cho các mạch điện sau:

Hình 1: $L = 55{,}0\text{mH} \approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi}$ H

$r = 30{,}0\Omega$

$R = 10{,}0\Omega$ (điện trở thuần)

$L' = L$ (cuộn thuần cảm)



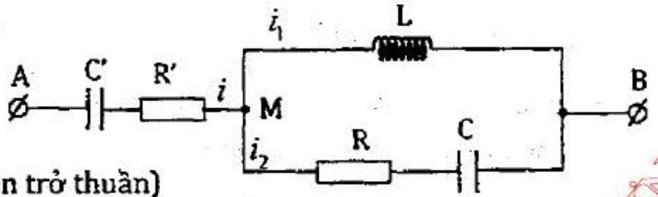
Hình 1

Hình 2: $L = 63{,}6\text{mH} \approx \frac{1}{5\pi}$ H (cuộn thuần cảm)

$C' = 106\mu F \approx \frac{10^{-3}}{3\pi}$ F

$C = 3C'$

$R = R' = 17{,}3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega$ (điện trở thuần)



Hình 2

Hiệu điện thế u_{AB} giữa A và B có biểu thức:

$u_{AB} \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

Tính tổng trở của mạch điện AB.

Tính công suất tiêu thụ bởi mạch điện.

Bài giải

Tổng trở của mạch điện AB

Mạch điện (1)

+ Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{\sqrt{3}}{10\pi}.100\pi = 10\sqrt{3}\Omega$; $r = 30\Omega$

$Z_{L'} = L'\omega = Z_L = 10\sqrt{3}\Omega$; $R = 10\Omega$

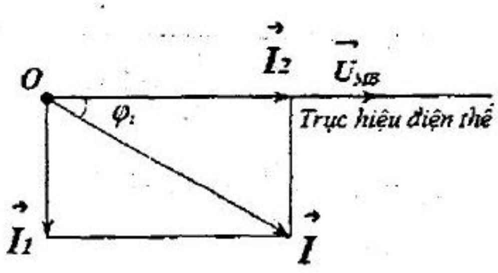
+ Xét đoạn mạch MB, ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

với $I_1 = \frac{U_{MB}}{Z_{L'}} = \frac{U_{MB}}{10\sqrt{3}}$, i_1 trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}

$I_2 = \frac{U_{MB}}{R} = \frac{U_{MB}}{10} = \sqrt{3}.\frac{U_{MB}}{10\sqrt{3}} = \sqrt{3}I_1$, i_2 cùng pha với u_{MB}

+ Giản đồ vectơ với các dòng điện như hình bên:

$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = \frac{U_{MB}}{10\sqrt{3}} \\ \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{2} \end{cases};\ \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = \sqrt{3}I_1 \\ \varphi_{i_2} = 0 \end{cases}$$



+ Từ giản đồ, ta có:

$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{I_1^2 + \left(\sqrt{3}I_1\right)^2} = 2I_1$;

i trễ pha so với u_{MB} một góc φ_i, với:

$$\tan\varphi_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1}{\sqrt{3}I_1} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \bar{I}\begin{cases} I = 2I_1 \\ \varphi_i = -\dfrac{\pi}{6} \end{cases}$$

+ Xét đoạn mạch **AB** gồm **AM** và **MB** nối tiếp:

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

$$\text{với } \vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 10\sqrt{3}.I_1 = 10\sqrt{3}.\dfrac{I}{2} = 5\sqrt{3}I \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_i = \dfrac{\pi}{6} \end{cases}$$

$$U_{AM} = IZ_{AM} = I\sqrt{r^2+Z_L^2} = I\sqrt{30^2+\left(10\sqrt{3}\right)^2} = 20\sqrt{3}I$$

$\tan\varphi_{U_{AM}} = \dfrac{Z_L}{r} = \dfrac{10\sqrt{3}}{30} = \dfrac{\sqrt{3}}{3}$: u_{AM} sớm pha $\dfrac{\pi}{6}$ so với i

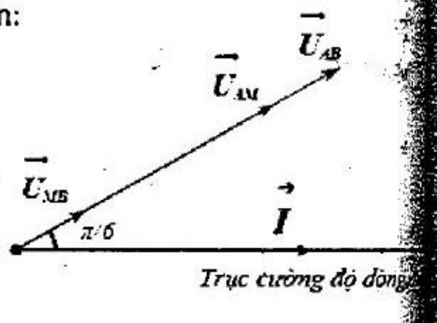
$$\Rightarrow \vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = 20\sqrt{3}I \\ \varphi_{u_{AM}} = +\dfrac{\pi}{6} \end{cases}$$

Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:

Từ giản đồ, ta có: Vì u_{AM} và u_{MB} cùng pha nên hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là:

$$U = U_{AM} + U_{MB} = \left(20\sqrt{3} + 5\sqrt{3}\right)I = 25\sqrt{3}\,I$$

$$\Rightarrow Z = \frac{U}{I} = 25\sqrt{3} = 43{,}3\Omega$$



- Mạch điện (2):

+ Ta có: $Z_L = L\omega = \dfrac{1}{5\pi}.100\pi = 20\Omega$; $Z_{C'} = \dfrac{1}{C'\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{3\pi}.100\pi} = 30\Omega$.

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega;\ R = R' = 10\sqrt{3}\Omega.$$

+ Xét đoạn mạch MB, ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$.

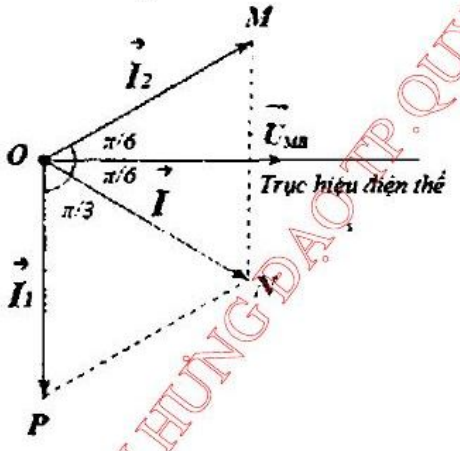
với $I_1 = \dfrac{U_{MB}}{Z_L} = \dfrac{U_{MB}}{20}$; i_1 trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$$I_2 = \frac{U_{MB}}{Z_2} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{R^2+Z_C^2}} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2+10^2}} = \frac{U_{MB}}{20} = I_1$$

Góc lệch pha giữa i_2 và u_{MB} được xác định bởi:

$$\tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_C}{R} = \frac{10}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6}$$: i_2 sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{MB}

Giản đồ vectơ với dòng điện như hình bên:



$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{MB}}{20} \\ \varphi_{i_1} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}; \quad \vec{I_2}\begin{cases} I_2 = I_1 \\ \varphi_{i_2} = \dfrac{\pi}{6} \end{cases}$$

Từ giản đồ, ta có góc hợp giữa $\vec{I_1}$, $\vec{I_2}$ là:

$\widehat{MOP} = \frac{2\pi}{3}$, $I_1 = I_2$

$\Rightarrow \Delta OMN$ là tam giác đều

$\Rightarrow I = I_1 = I_2$; i trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với $u_{MB} \Rightarrow \vec{I}\begin{cases} I = I_1 \\ \varphi_i = -\dfrac{\pi}{6} \end{cases}$

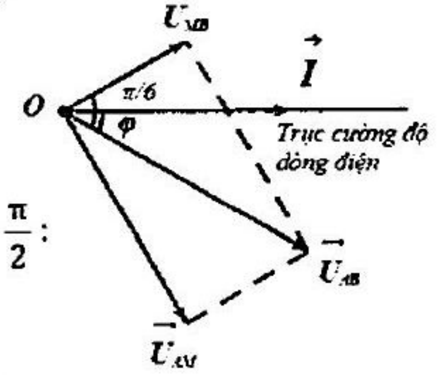
Xét đoạn mạch AB gồm AM và MB nối tiếp, ta có:

$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

với $U_{AM} = IZ_{AM} = I\sqrt{R'^2 + Z_{C'}^2} = I\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 30^2} = 20\sqrt{3}I$

$\tan\varphi_{u_{AM}} = \frac{-Z_{C'}}{R'} = \frac{-30}{10\sqrt{3}} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi_{u_{AM}} = -\frac{\pi}{3}$: u_{AM} trễ pha $\frac{\pi}{3}$ so với i.

Giản đồ vectơ với hiệu điện thế như hình bên:



$$\vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = 20\sqrt{3}I \\ \varphi_{u_{AM}} = -\dfrac{\pi}{3} \end{cases}; \vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 20I_1 = 20I \\ \varphi_{u_{MB}} = \dfrac{\pi}{6} \end{cases}$$

Từ giản đồ, ta có góc hợp giữa $(\vec{U}_{MB}, \vec{U}_{AM})$ là $\frac{\pi}{2}$:

$\Rightarrow U_{AB}^2 = U_{AM}^2 + U_{MB}^2$

$\Rightarrow U_{AB} = \sqrt{\left(20\sqrt{3}\right)^2 + 20^2}I = 40I \Rightarrow Z = \frac{U}{I} = 40\Omega$

Vậy: Tổng trở của mạch điện (1) là 43,3 Ω ; tổng trở của mạch điện (2) là 40 Ω.

b. Công suất của mạch điện

- Mạch điện (1):

Ta có: $P = UI\cos\varphi$, với $U = 100V; I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{25\sqrt{3}}; \cos\varphi = \cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

$$\Rightarrow\ P = 100.\frac{100}{25\sqrt{3}}.\frac{\sqrt{3}}{2} = 200W$$

(Hoặc tính P theo cách khác như sau: Ta có: $P = RI^2$, với:

$$I = \frac{4}{\sqrt{3}}\Omega;\ I_2 = \sqrt{3}I_1 = \sqrt{3}.\frac{I}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}.\frac{4}{\sqrt{3}} = 2A \Rightarrow P = \left(\frac{4}{\sqrt{3}}\right)^2.30 + 2^2.10 = 200W$$

- Mạch điện (2):

Ta có: $I_2 = I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{40} = 2{,}5A$.

$$\Rightarrow\ P = I^2R' + I_2^2R = I^2(R + R') = 2{,}5^2\left(10\sqrt{3} + 10\sqrt{3}\right) = 216{,}5W$$

(Hoặc có thể tính P bằng cách khác như sau: Ta có: $P = UI\cos\varphi$.

$$\text{với } \tan\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) = \frac{U_{AM}}{U_{MB}} = \frac{20\sqrt{3}I}{20I} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

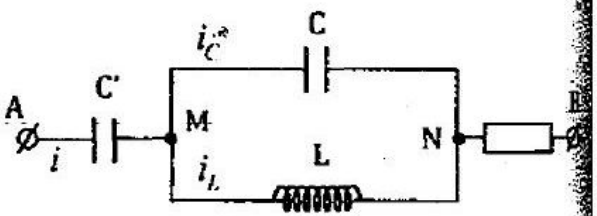
$$\Rightarrow\ P = 100.2{,}5.\cos\frac{\pi}{6} \approx 216{,}5W\ )$$

Vậy: Công suất tiêu thụ bởi mạch điện (1) là 200W, công suất tiêu thụ bởi mạ
điện (2) là 216,5W.

4.13. Cho mạch điện sau đây:

a) Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các dòng điện và các hiệu điện thế. Tính tổng trở c
mạch điện.

b) Tần số góc ω của nguồn hiệu điện thế có thể thay đổi được.
Khi cho ω tăng từ 0 thì tới giá trị ω = ω₀ xảy ra một hiện tượng đặc biệt trong mạch. Tính ω₀ và mô tả hiện tượng đó.



Bài giải

a) Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các dòng điện và hiệu điện thế và tính tổng trở c
mạch điện

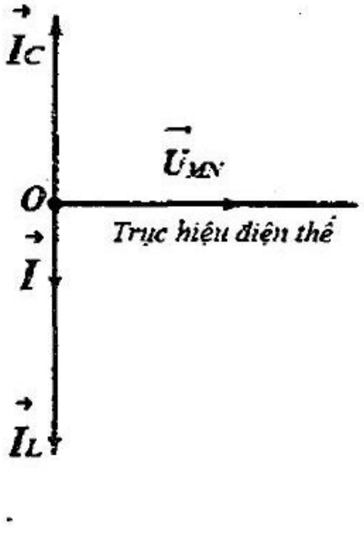
- Giản đồ vectơ với dòng điện:

Xét đoạn mạch MN gồm (L // C):

+ Ta có: $i = i_C + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_C + \vec{I}_L$.

$$\text{với } \vec{I}_C\begin{cases} I_C = \dfrac{U_{MN}}{Z_C} \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases};\ \vec{I}_L\begin{cases} I_L = \dfrac{U_{MN}}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}.$$

+ Giả sử $Z_L < Z_C \Rightarrow I_L > I_C$, ta có:



$I = I_L - I_C \Rightarrow \dfrac{U_{MN}}{Z_1} = \dfrac{U_{MN}}{Z_L} - \dfrac{U_{MN}}{Z_C}$

$\Rightarrow \dfrac{1}{Z_1} = \dfrac{1}{Z_L} - \dfrac{1}{Z_C}$; i vuông pha so với $u_{MN} \Rightarrow Z_1 = \dfrac{Z_LZ_C}{Z_C - Z_L}$

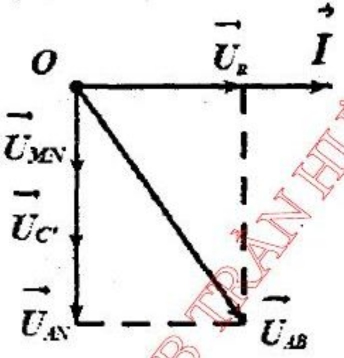
Giản đồ vectơ với dòng điện như hình bên.

ản đồ vectơ với hiệu điện thế: Xét đoạn mạch AB gồm AM và MB:

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MN} + u_{NB} \Leftrightarrow \bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AM} + \bar{U}_{MN} + \bar{U}_{NB}$

$\bar{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = IZ_{C'} \\ \varphi_{u_{AM}} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$; u_{AM} trễ pha $\pi/2$ so với dòng điện i.

$\bar{U}_{MN}\begin{cases} U_{MN} = IZ_1 \\ \varphi_{u_{MN}} = \dfrac{-\pi}{2} \end{cases}$; $\bar{U}_{NB}\begin{cases} U_{NB} = IR \\ \varphi_{u_{NB}} = 0 \end{cases}$



Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:

Từ giản đồ, ta có:

$U_{AB}^2 = U_R^2 + (U_{C'} + U_{MN})^2 = I^2\left[R^2 + (Z_{C'} + Z_1)^2\right]$

$\Rightarrow Z = \dfrac{U}{I} = \sqrt{R^2 + \left(Z_{C'} + \dfrac{Z_LZ_C}{Z_L - Z_C}\right)^2}$

Vậy: Tổng trở của mạch điện là $Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_{C'} + \dfrac{Z_LZ_C}{Z_L - Z_C}\right)^2}$.

Tính ω_0 và mô tả hiện tượng đặc biệt khi $\omega = \omega_0$

Khi cho ω thay đổi thì Z_L, Z_C và $Z_{C'}$ thay đổi. Nếu $Z_{C'} + \dfrac{Z_LZ_C}{Z_L - Z_C} = 0$ thì $Z = Z_{min} = R$

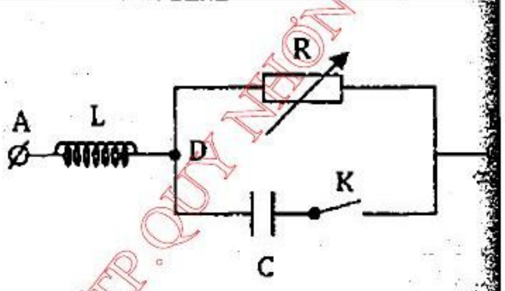
và $I = I_{max}$: trong mạch có cộng hưởng điện.

Lúc đó, ta có: $Z_{C'} + \dfrac{Z_LZ_C}{Z_L - Z_C} = 0 \Leftrightarrow \dfrac{1}{\omega C'} + \dfrac{\omega L.\dfrac{1}{\omega C}}{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}} = 0$.

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{\omega C'} + \dfrac{\omega L}{\omega^2 LC - 1} = 0 \Leftrightarrow \omega^2 LC - 1 + \omega^2 LC' = 0$

$\Leftrightarrow \omega^2 L(C + C') = 1 \Rightarrow \omega = \dfrac{1}{\sqrt{L(C + C')}}$.

Vậy: Khi $\omega = \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{L(C + C')}}$ thì trong mạch có hiện tượng cộng hưởng điện.



4.14. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây: $L = 0,795H \approx \frac{5}{2\pi}H$ (cuộn thuần cảm); $C = 12,7\mu F \approx \frac{40}{\pi}.10^{-6}F$; R: biến trở biến thiên từ 0 đến 500Ω.

Hiệu điện thế giữa hai đầu mạch điện:

$u_{AB} = 311\cos314t(V) \approx 220\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$; khóa K có điện trở không đáng

a) K mở. Viết biểu thức của cường độ i_L qua cuộn dây, cho biết R = 4 $\approx 250\sqrt{3}\Omega$.

Cho R biến thiên, khảo sát sự biến thiên của công suất P tiêu thụ trong đ mạch theo R.

b) K đóng. Chọn $R = 250\Omega$, lập biểu thức của i_L trong điều kiện này.

Cho R biến thiên. Tính góc lệch pha giữa các hiệu điện thế u_{AB} và u_{DB}. Khảo sự biến thiên của công suất P tiêu thụ theo R.

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{5}{2\pi}.100\pi = 250\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{40.10^{-6}}{\pi}.100\pi} = 250\Omega$.

a) Viết biểu thức của cường độ i_L qua cuộn dây và khảo sát sự biến thiên của

K mở

Ta có: Khi K mở, mạch gồm L, R mắc nối tiếp

- Biểu thức của i_L:

+ Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \sqrt{\left(250\sqrt{3}\right)^2+250^2} = 500\Omega$.

+ Cường độ cực đại: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{220\sqrt{2}}{500} = \frac{11}{25}.\sqrt{2}A = 0,62A$.

+ Góc lệch pha giữa u và i_L: $\tan\varphi = \frac{Z_L}{R} = \frac{250}{250\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

$\Rightarrow \quad \varphi = \frac{\pi}{6}$: i trễ pha hơn u một góc $\frac{\pi}{6}$.

$\Rightarrow \quad i_L = i = \frac{11}{25}\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A) \approx 0,622\cos(314t - 0,523)(A)$

Vậy: Biểu thức của cường độ i_L qua cuộn dây khi K mở là

$i_L = 0,622\cos(314t - 0,523)(A)$.

- Khảo sát sự biến thiên của P

Ta có: $P = I^2R = \dfrac{U^2R}{R^2+Z_L^2} = \dfrac{U^2}{R+\dfrac{Z_L^2}{R}}$.

+ Khi $R = 0 \Rightarrow P = 0$.

+ Khi $R = Z_L \Rightarrow P = P_{max} = \dfrac{U^2}{2Z_L} = \dfrac{220^2}{2.250} = 96{,}8W$.

+ Khi $R = 500\,\Omega \Rightarrow P = \dfrac{U^2R}{R^2+Z_L^2} = \dfrac{220^2.500}{500^2+250^2} = 77{,}5W$.

+ Khi $R \to \infty \Rightarrow P = 0$.

Lập biểu thức của i_L, tính góc lệch pha giữa các hiệu điện thế u_{AB} và u_{DB} và khảo sát sự biến thiên của P theo R khi K đóng

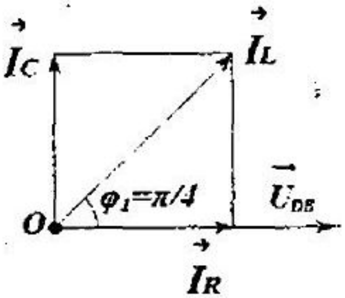
Ta có: Khi K đóng, mạch điện gồm (L nt (R // C):

Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời i_L

+ Xét đoạn mạch DB (R // C): Ta có:

$$I_R = \frac{U_{DB}}{R} = \frac{U_{DB}}{250};\ I_C = \frac{U_{DB}}{Z_C} = \frac{U_{DB}}{250} = I_R$$

Và $i_L = i_R + i_C \Rightarrow \vec{I}_L = \vec{I}_R + \vec{I}_C$

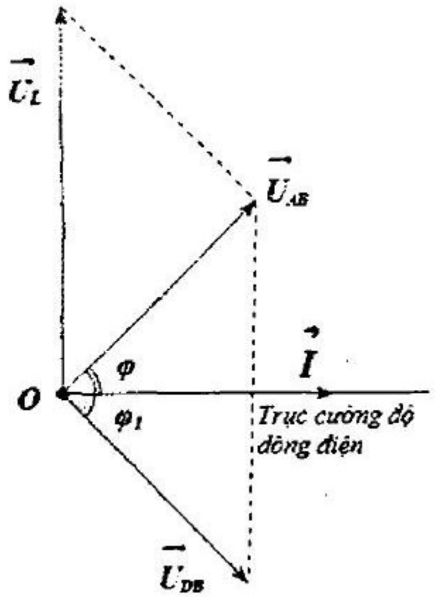


+ Giản đồ vectơ với các dòng điện:

$$\vec{I}_R\begin{cases} I_R = \dfrac{U_{DB}}{250} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases};\ \vec{I}_C\begin{cases} I_C = \dfrac{U_{DB}}{250} = I_R \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$

+ Từ giản đồ, ta có: $I_L^2 = I_R^2 + I_C^2 = I_R^2 + I_R^2 = 2I_R^2$

$\Rightarrow I_L = \sqrt{2}I_R$; i sớm pha $\pi/4$ so với u_{DB}: $\varphi_1 = \dfrac{\pi}{4}$.



+ Xét đoạn mạch AB (AD và DB):

Ta có: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_{DB}$

$$\vec{U}_L\begin{cases} U_L = IZ_L = 250I \\ \varphi_{u_L} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases};\ u_L \text{ sớm pha } \frac{\pi}{2} \text{ so với i.}$$

$$\vec{U}_{DB}\begin{cases} U_{DB} = I_RR = \dfrac{I_L}{\sqrt{2}}.250 = 125\sqrt{2}I \\ \varphi_{u_{DB}} = -\varphi_1 = -\dfrac{\pi}{4} \end{cases};$$

u_{DB} trễ pha so với i_L một góc φ_1

+ Theo giản đồ vectơ, ta có:

$$U_{AB}^2 = U_L^2 + U_{DB}^2 - 2U_LU_{DB}\cos\frac{\pi}{4}$$

$$U_{AB}^2 = I_L^2\left(250^2 + \left(125\sqrt{2}\right)^2 - 2.250.125\sqrt{2}.\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

$$I_L = \frac{U}{125\sqrt{2}} = \frac{220}{125\sqrt{2}} \Rightarrow I_{0L} = I_L\sqrt{2} = \frac{220}{125} = 1{,}76A$$

+ Góc lệch pha giữa u_{AB} và i:

$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_{DB}\sin\frac{\pi}{4}}{U_{DB}\cos\frac{\pi}{4}} = 1$$: i_L trễ pha so với u_{AB} một góc $\varphi = \frac{\pi}{4}$.

Vậy: Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua cuộn cảm L là:

$$i_L = 1{,}76\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) = 1{,}76\cos(314t - 0{,}785)(A)$$

- Góc lệch pha giữa u_{AB} và u_{DB}

+ Trong đoạn mạch DB (R // C), ta luôn có: $I_L^2 = I_R^2 + I_C^2$.

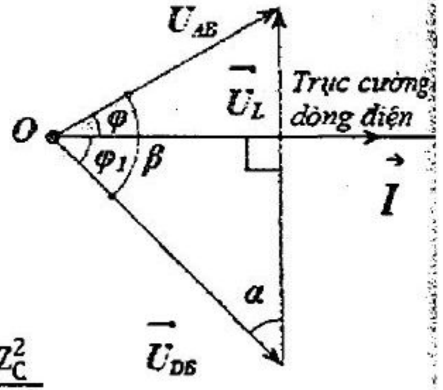
$$\Leftrightarrow \frac{U_{DB}^2}{Z_1^2} = \frac{U_{DB}^2}{R^2} + \frac{U_{DB}^2}{Z_C^2} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_1^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{Z_C^2} \Rightarrow Z_1 = \frac{RZ_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$$

+ Góc lệch pha giữa i_L so với u_{DB} là φ_1, với:

$$\cos\varphi_1 = \frac{I_R}{I_L} = \frac{Z_1}{R} = \frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}};\ \sin\varphi_1 = \frac{I_C}{I_L} = \frac{Z_1}{Z_C} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$$

+ Ngoài ra, ở đoạn mạch AB ta có: $u_{AB} = u_L + u_{DB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_{DB}$. Do giản đồ vectơ về các hiệu điện thế ứng với R có giá trị bất kì có dạng sau:

+ Theo giản đồ, ta có: $U_{AB}^2 = U_{DB}^2 + U_L^2 - 2U_{DB}U_L\cos\alpha$.



với $\cos\alpha = \sin\varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_C} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$

$$\Leftrightarrow I^2Z^2 = I^2\left[Z_1^2 + Z_L^2 - 2Z_1Z_L\frac{Z_1}{Z_C}\right]$$

$$\Leftrightarrow Z^2 = Z_L^2 + Z_1^2\left(1 - 2\frac{Z_L}{Z_C}\right)$$

Vì $Z_L = Z_C = 250\Omega \Rightarrow Z^2 = Z_L^2 - Z_1^2 = Z_L^2 - \frac{R^2Z_C^2}{R^2 + Z_C^2}$

$$\Rightarrow Z^2 = \frac{Z_L^2R^2 - R^2Z_C^2 + Z_L^2Z_C^2}{R^2 + Z_C^2} = \frac{Z_L^2Z_C^2}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow Z = \frac{Z_LZ_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$$

+ Mặt khác, cũng từ giản đồ nếu gọi β là góc lệch pha giữa u_{AB} và u_{DB}. Theo định lí hàm số sin, ta có:

$$\frac{U_L}{\sin\beta} = \frac{U_{AB}}{\sin\alpha} \Rightarrow \sin\beta = \frac{U_L\sin\alpha}{U_{AB}} = \frac{U_L\cos\varphi_1}{U_{AB}}$$

$$\Rightarrow \sin\beta = \frac{IZ_L}{IZ}\cos\varphi_1 = \frac{Z_L}{\frac{Z_LZ_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}}.\frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = 1 \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2}$$

Vậy: Góc lệch giữa các hiệu điện thế u_{AB} và u_{DB} là $\beta = \frac{\pi}{2}$.

Khảo sát sự biến thiên của P theo R

Ta có: $P = I_R^2R$, với $I_R = I\cos\varphi_1$ $(I = I_L)$, với $I^2 = \frac{U^2}{Z^2} = \frac{U^2}{\frac{Z_L^2Z_C^2}{R^2 + Z_C^2}} = \frac{U^2\left(R^2 + Z_C^2\right)}{Z_L^2Z_C^2}$

$$\Rightarrow I_R^2 = I^2\cos^2\varphi_1 = \frac{U^2\left(R^2 + Z_C^2\right)}{Z_L^2Z_C^2}.\frac{Z_C^2}{\left(R^2 + Z_C^2\right)} = \frac{U^2}{Z_L^2};$$ (I_R không phụ thuộc R).

$$\Rightarrow P = I_R^2R = \frac{U^2R}{Z_L^2}$$

+ Khi $R = 0 \Rightarrow P = 0$.

+ Khi $R = 500\Omega \Rightarrow P = P_{max} = \frac{220^2.500}{250^2} = 387{,}2W$.

Vậy: Khi R tăng từ 0 đến 500Ω thì công suất P tăng tuyến tính theo R từ 0 đến 387,2W.

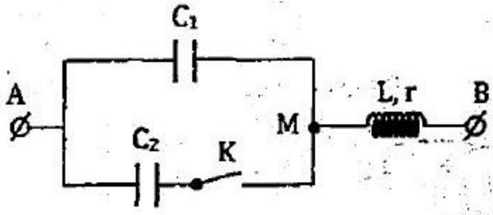
15.Cho mạch điện xoay chiều sau đây:

$L = 31{,}8mH \approx \frac{1}{10\pi}H$; $r = 10{,}0\Omega$; $C_2 = 159\mu F \approx \frac{10^{-3}}{2\pi}F$.

Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức: $u_{AB} \approx 200\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$. Biết khi K đóng, dòng điện trong nhánh có tụ điện C_2 cùng pha với u_{AB}.

Tính điện dung C_1. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính khi K đóng và K mở.

Tính công suất của mạch điện khi K đóng và K mở.



Bài giải

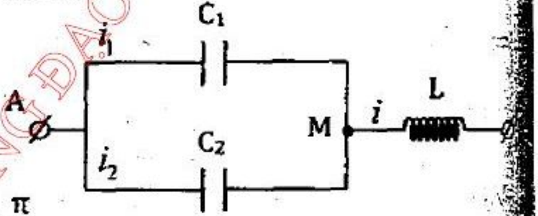
Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$; $Z_{C_2} = \frac{1}{C_2\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{2\pi}.100\pi} = 20\Omega$.

a) Tính điện dung C_1, lập biểu thức của dòng điện trong mạch chính

Ta có: Khi K đóng, đoạn mạch có cấu tạo như hình vẽ [(C_1 // C_2) nt L]:

- Điện dung C_1:

  + Xét đoạn mạch AM gồm (C_1 // C_2): Ta có:

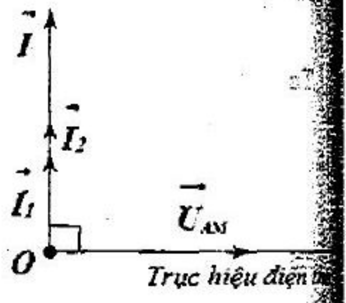


$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$

với $I_1 = \frac{U_{AM}}{Z_{C_1}}$; $I_2 = \frac{U_{AM}}{Z_{C_2}} = \frac{U_{AM}}{20}$

i_1, i_2 đều sớm pha hơn u_{AM} một góc $\frac{\pi}{2}$.

Giản đồ vectơ cho dòng điện như hình bên:



$\vec{I}_1\begin{cases} I_1 \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{I}_2\begin{cases} I_2 \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Theo giản đồ, ta có:

$I = I_1 + I_2 = \frac{U_{AM}}{Z_{C_1}} + \frac{U_{AM}}{Z_{C_2}} = \frac{U_{AM}}{Z_1}$

$\Rightarrow \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}}$; i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AM} : $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$.

  + Mặt khác: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

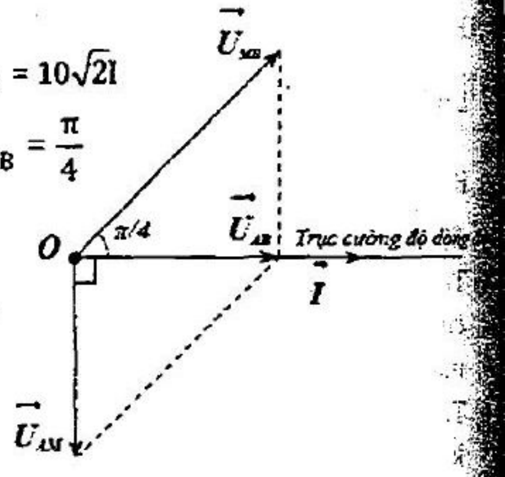
với: $U_{MB} = IZ_{MB} = I\sqrt{r^2 + Z_L^2} = I\sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}I$

$\tan\varphi_{u_{MB}} = \frac{Z_L}{r} = 1 \Rightarrow u_{MB}$ sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với i.

  + Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế:

$\vec{U}_{AM}\begin{cases} U_L = IZ_1 \\ \varphi_{u_{AM}} = -\varphi_1 = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$; $\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 10\sqrt{2}I \\ \varphi_{u_{MB}} = \frac{\pi}{4} \end{cases}$

  + Theo bài ra, dòng điện trong nhánh có tụ điện C_2 (i_2) cùng pha với u_{AB}, mà i_2 và i đều sớm pha so với u_{AM} một góc $\pi/2$ suy ra u_{AB} phải cùng pha với i.



  + Từ giản đồ, ta có:

$$U_{MB} = \frac{U_{AB}}{\cos\frac{\pi}{4}} = \frac{200}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 200\sqrt{2}(V) \Leftrightarrow 10\sqrt{2}I = 200\sqrt{2} \Rightarrow I = 20A$$

$$\Rightarrow U_{AM} = U_{MB}\sin\frac{\pi}{4} = 200\sqrt{2}.\frac{1}{\sqrt{2}} = 200V$$

Từ đó: $Z_1 = \frac{U_{AM}}{I} = \frac{200}{20} = 10\Omega$

Mà: $\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \Leftrightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{Z_{C_1}} + \frac{1}{20}$

$$\Rightarrow Z_{C_1} = 20\Omega = Z_{C_2} \Rightarrow C_1 = C_2 = \frac{1}{\omega Z_{C_1}} = \frac{1}{100\pi.20} = 159.10^{-6}F = 159\mu F$$

Vậy: Điện dung C_1 có giá trị là $159\,\mu F$.

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính khi K đóng và K mở

+ Khi K đóng, i cùng pha u nên:

$$i = I_0\cos100\pi t = 20\sqrt{2}\cos100\pi t(A) = 28{,}2\cos100\pi t\ (A).$$

+ Khi K mở, đoạn mạch AB gồm $[C_1 \text{ nt } (L, r)]$: Lúc đó:

$$Z = \sqrt{r^2 + \left(Z_L - Z_{C_1}\right)^2} = \sqrt{10^2 + (10-20)^2} = 10\sqrt{2}\Omega$$

$\tan\varphi_{u/i} = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{10-20}{10} = -1 \Rightarrow \varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{4}$: i sớm pha hơn u một góc $\frac{\pi}{4}$

$$I_0' = \frac{U_0}{Z} = \frac{200\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} = 20A \Rightarrow i' = 20\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$$

Vậy: Khi K đóng, biểu thức dòng điện trong mạch chính là $i = 28{,}2\cos100\pi t$ (A); khi K mở, biểu thức dòng điện trong mạch chính là $i' = 20\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

Công suất của mạch điện

Khi K đóng: $P = I^2r = 20^2.10 = 4000W$.

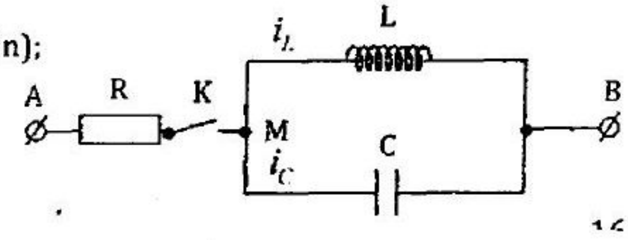
Khi K mở: $P' = I'^2r = \left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2.10 = 2000W$.

Vậy: Khi K đóng, công suất của mạch điện là P = 4000W; khi K mở, công suất của mạch điện là P' = 2000W.

16. Cho mạch điện sau đây:

$R = 13{,}3\Omega \approx \frac{40}{3}\Omega$ (điện trở thuần);

$L = 31{,}8mH \approx \frac{1}{10\pi}H$



(cuộn thuần cảm); $C = 79{,}5\mu F \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}F$. Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức: $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$.

a) Thoạt tiên K đóng. Tính công suất tiêu thụ trong mạch và lập biểu thức cư độ tức thời của dòng diện trong mạch chính.

b) Tại thời điểm dòng điện mạch chính triệt tiêu, người ta mở khóa K. Hãy tính số và biên độ của dòng điện trong cuộn dây sau đó.

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{4\pi}.100\pi} = 40\Omega$; $R = \frac{40}{3}$

a) Công suất tiêu thụ trong mạch và biểu thức cường độ dòng điện tức thời tr mạch chính i

- Công suất tiêu thụ trong mạch

Ta có: Khi K đóng, mạch điện gồm [R nt (L // C)]:

+ Xét đoạn mạch MB gồm (L // C): Ta có: $i = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_C$.

với: $I_L = \frac{U_{MB}}{Z_L} = \frac{U_{MB}}{10}$; i_L trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}

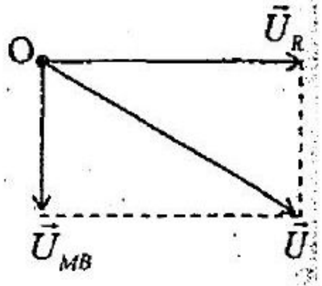
$I_C = \frac{U_{MB}}{Z_C} = \frac{I_L}{4}$; i_C sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}

Suy ra: $I = I_L - I_C = 3I_C$; i trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}: $\varphi_i = -\frac{\pi}{2}$.

+ *Xét đoạn mạch AB gồm AM và MB, ta có:*

$u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}_{MB}$.

với $\vec{U}_R\begin{cases} U_R = IR = \frac{40}{3}I \\ \varphi_{u_R} = 0 \end{cases}$; $\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 40I_C = 40.\frac{I}{3} \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_i = \frac{\pi}{2} \end{cases}$



Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:

Từ giản đồ, ta có:

$$U^2 = U_R^2 + U_{MB}^2 = \left[\left(\frac{40}{3}\right)^2 + \left(\frac{40}{3}\right)^2\right]I^2$$

$$\Rightarrow I^2 = \frac{100^2}{2.\frac{40^2}{9}} = 28{,}125 \Rightarrow P = I^2R = 28{,}125.\frac{40}{3} = 375W$$

Vậy: Công suất tiêu thụ trong mạch là P = 375W.

Biểu thức của i: Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = \frac{15\sqrt{2}}{4}.\sqrt{2} = 7,5A$

$$\tan\varphi = \frac{U_R}{U_{MB}} = \frac{\frac{40}{3}I}{\frac{40}{3}I} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$$: i trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với u

$$\Rightarrow i = 7,5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$$

Vậy: Biểu thức dòng điện trong mạch chính là $i = 7,5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

Tần số và biên độ của dòng điện trong cuộn dây

Tại thời điểm dòng điện mạch chính triệt tiêu, người ta mở khóa K. Mạch điện lúc này gồm L và C ghép song song tạo thành một mạch dao động điện từ.

Tần số của dòng điện trong cuộn dây là:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{10\pi}.\frac{10^{-3}}{4\pi}}} = 100Hz.$$

Tại thời điểm i = 0, ta có $u_R = iR = 0 \Rightarrow u_C = u_L = u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$ nên $U_{0C} = U_{0L} = 100\sqrt{2}V$. Khi đó, tụ điện được tích điện với năng lượng:

$W_C = W_{Cmax} = \frac{1}{2}CU_{0C}^2$.

Khi mở khóa K, ta có mạch dao động điện từ (L, C), với: $W_{Lmax} = W_{Cmax}$.

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}LI_{0L}^2 = \frac{1}{2}CU_{0C}^2 \Rightarrow I_{0L} = U_{0C}\sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow I_{0L} = 100\sqrt{2}.\sqrt{\frac{\frac{10^{-3}}{4\pi}}{\frac{1}{10\pi}}} = 5\sqrt{2} = 7,07A$$

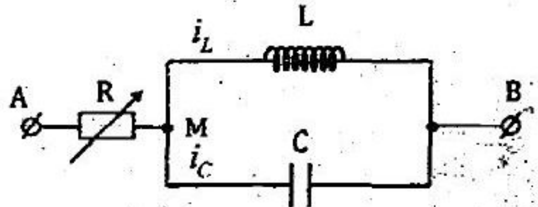
Vậy: Tần số và biên độ của dòng điện trong cuộn dây là f = 100Hz và $I_{0L} = 7,07A$.

17. Cho mạch điện sau đây: $C = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi}F$; L: cuộn thuần cảm.

Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức: $u_{AB} = 120\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

Với R = 15,0Ω, công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là 480W. Hãy tính L và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

Khi thay đổi R, công suất của mạch điện tăng hay giảm?



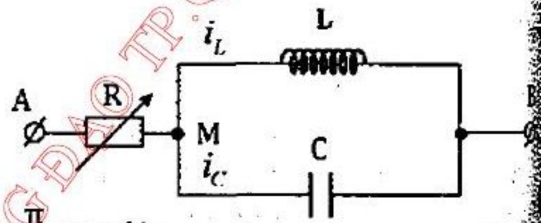
Bài giải

Ta có: $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-3}}{\pi}} = 10\Omega$.

a) Độ tự cảm L và biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính

* Độ tự cảm L:

- Xét đoạn mạch MB gồm (L // C):



Ta có: $+ I_L = \frac{U_{MB}}{Z_L}$; $I_C = \frac{U_{MB}}{Z_C}$

$+$ i_L trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}, i_C sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}

$+$ $i = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_C$, với $\vec{I}_L\begin{cases} I_L \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2}\end{cases}$; $\vec{I}_C\begin{cases} I_C \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2}\end{cases}$

$\Rightarrow$ i_C và i_L ngược pha nhau.

Do đó: $I = |I_L - I_C| = U_{MB}\left|\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_C}\right| = \frac{U_{MB}}{Z_1}$ với $\frac{1}{Z_1} = \left|\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_C}\right|$ (1)

(i vuông pha so với u_{MB})

- Xét đoạn mạch AB gồm AM và MB: Ta có: $u_{AB} = u_R + u_{MB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_{MB}$

với: $\vec{U}_R\begin{cases} U_R = IR \\ \varphi_{u_R} = 0\end{cases}$; $\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = IZ_{MB} \\ \varphi_{MB}\end{cases}$; u_{MB} vuông pha với i.

Suy ra: $\vec{U}_R \perp \vec{U}_{MB} \Rightarrow U^2 = U_R^2 + U_{MB}^2 \Leftrightarrow U^2 = I^2\left(R^2 + Z_{MB}^2\right) \Rightarrow I^2 = \frac{U^2}{R^2 + Z_{MB}^2}$

Công suất tiêu thụ: $P = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + Z_{MB}^2} \Leftrightarrow 480 = \frac{120^2.15}{15^2 + Z_{MB}^2} \Rightarrow Z_{MB} = 15\Omega$

Từ (1), ta có: $\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{10} = \pm\frac{1}{15}$:

$$\frac{1}{Z_{L_1}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} \Rightarrow Z_{L_1} = 6\Omega \Rightarrow L_1 = \frac{6}{100\pi} = 19,1.10^{-3}H = 19,1mH$$

$$\frac{1}{Z_{L_2}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} \Rightarrow Z_{L_2} = 30\Omega \Rightarrow L_2 = \frac{30}{100\pi} = 95,4.10^{-3}H = 95,4mH$$

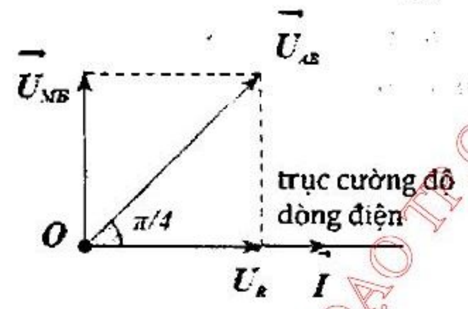
Vậy: Độ tự cảm của cuộn dây là $L_1 = 19,1mH$ hoặc $L_2 = 95,4mH$.

* Biểu thức của cường độ tức thời của dòng điện mạch chính

Ta có: $I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{480}{15}} = 4\sqrt{2}A \Rightarrow I_0 = 4\sqrt{2}.\sqrt{2} = 8A$.

+ Khi $L = L_1 = 19,1mH \Rightarrow Z_{L1} = \omega L_1 = 100\pi.0,0191 = 6\Omega < Z_C$

$\Rightarrow I_L > I_C$: i trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.



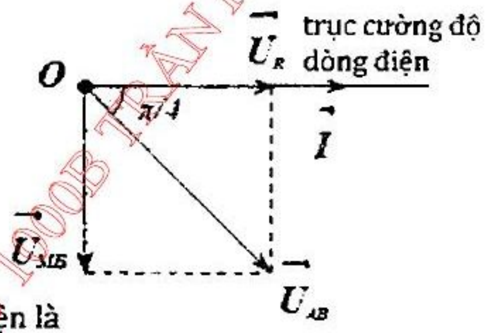
Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế trong trường hợp này như hình bên:

Vì $U_R = U_{MB}$ nên i trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với u_{AB},

do đó: $i_1 = 8\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$

+ Khi $L = L_2 = 95,4mH \Rightarrow Z_{L2} = \omega L_2 = 100\pi.0,0954 = 30\Omega > Z_C$

$\Rightarrow I_L < I_C$: i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.



Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế trong trường hợp này như hình bên:

Vì $U_R = U_{MB}$ nên i sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với u_{AB},

do đó: $i_2 = 8\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$

Vậy: Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện là

$i_1 = 8\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$ và $i_2 = 8\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$.

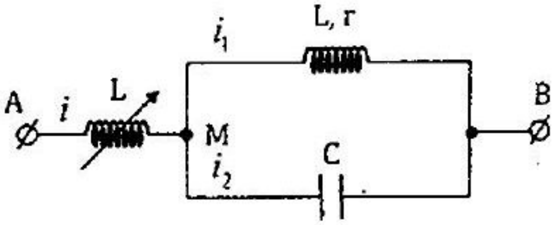
Công suất của mạch điện thay đổi thế nào khi R thay đổi

Ta có: $P = I^2R = \frac{U^2}{R^2 + Z_{MB}^2}.R = \frac{U^2}{R + \frac{Z_{MB}^2}{R}}$.

Vì U và Z_{MB} không đổi và $R + \frac{Z_{MB}^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\frac{Z_{MB}^2}{R}} = Z_{MB}$. Do đó P có giá trị cực đại khi $R = Z_{MB} = 15\Omega$ (câu a).

Do đó, khi thay đổi R khác giá trị 15Ω (tăng, giảm) thì P luôn giảm.

8. Cho mạch điện sau đây: $r = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega$; $L = 31,8mH \approx \frac{1}{10\pi}$ H; L': cuộn thuần cảm; $C = 159\mu F \approx \frac{10^{-3}}{2\pi}$ F.



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức:

$u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

a) Hãy khảo sát sự phụ thuộc của công suất mạch điện AB theo L' để công s
này cực đại. Tính giá trị cực đại này và lập biểu thức cường độ tức thời của
dòng điện.

b) Thay mạch điện trên bởi một số tối thiểu các linh kiện R, L, C sao cho dòng đi
chính vẫn như trước. Xác định cấu tạo của mạch điện thay thế này.

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{2\pi}.100\pi} = 20\Omega$.

a) Khảo sát sự phụ thuộc của công suất mạch điện AB theo L'. Tính P_{max} và lập
biểu thức của i

Ta có: $P = I_1^2 r$.

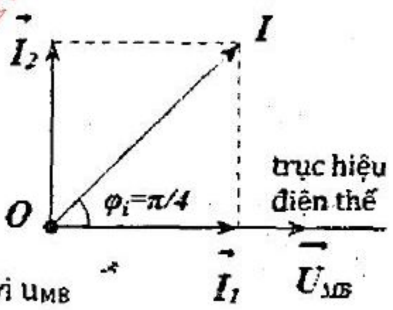
- Xét đoạn mạch MB (L // C): Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$.

với: $I_1 = \frac{U_{MB}}{Z_1} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2}} = \frac{U_{MB}}{20}$

$\tan\varphi_{i_1} = \frac{-Z_L}{r} = \frac{-10}{10\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{6}$: i_1 trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{MB}

$I_2 = \frac{U_{MB}}{Z_C} = \frac{U_{MB}}{20} = I_1$; i_2 sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}



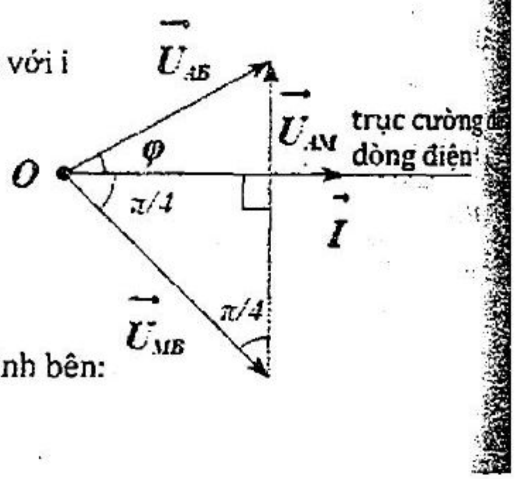
Giản đồ vectơ cho dòng điện như hình bên: $\vec{I}_1\begin{cases} I_1 = \frac{U_{MB}}{20} \\ \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{6}\end{cases}$; $\vec{I}_2\begin{cases} I_2 = I_1 \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2}\end{cases}$

$\Rightarrow I^2 = I_1^2 + I_2^2 \Rightarrow I = I_1\sqrt{2}$; i sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với u_{MB}: $\varphi_i = \frac{\pi}{4}$

- Xét đoạn mạch AB (AM và MB): Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

với: $\vec{U}_{AM}\begin{cases} U_{AM} = IZ_L' \\ \varphi_{u_{AM}} = \frac{\pi}{2}\end{cases}$; u_{AM} sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i

$\vec{U}_{MB}\begin{cases} U_{MB} = 20I_1 = 20.\frac{I}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}I \\ \varphi_{u_{MB}} = -\varphi_i = -\frac{\pi}{4}\end{cases}$



Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như hình bên:

Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số côsin, ta có:

$$U_{AB}^2 = U_{MB}^2 + U_{AM}^2 - 2U_{MB}U_{AM}\cos\frac{\pi}{4}$$

$$\Leftrightarrow U_{AB}^2 = I^2\left[\left(10\sqrt{2}\right)^2 + Z_{L'}^2 - 2.10\sqrt{2}.Z_{L'}.\frac{1}{\sqrt{2}}\right]$$

$$\Rightarrow I^2 = \frac{U_{AB}^2}{Z_{L'}^2 - 20Z_{L'} + 200}$$

$$\Leftrightarrow I_1^2 = \left(\frac{I}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{I^2}{2} = \frac{10^4}{2}.\frac{1}{Z_{L'}^2 - 20Z_{L'} + 200}$$

Công suất tiêu thụ của mạch điện:

$$P = I_1^2 r = \frac{10^4.10\sqrt{3}}{2\left(Z_{L'}^2 - 20Z_{L'} + 200\right)} = \frac{10^5\sqrt{3}}{2Z_{L'}^2 - 40Z_{L'} + 400}$$

Để P có giá trị cực đại thì mẫu số trên phải có giá trị cực tiểu:

$$M = (2Z_{L'}^2 - 40Z_{L'} + 400)_{\min}.$$

$$\Rightarrow M_{\min} \text{ khi } Z_{L'} = Z_{L'} = \frac{40}{2.2} = 10\Omega$$

$$\Rightarrow L' = \frac{10}{100\pi} = 31{,}8.10^{-3}H = 31{,}8mH$$

và $P_{max} = \frac{10^5\sqrt{3}}{2.10^2 - 40.10 + 400} = \frac{10^5\sqrt{3}}{200} = 866W$.

Biểu thức của i ứng với $Z_{L'} = 10\Omega$:

Khi đó: $I^2 = \frac{10^4}{10^2 - 20.10 + 200} = \frac{10^4}{10^2} = 100 \Rightarrow I = 10A$ và $I_0 = 10\sqrt{2}$ A.

Góc lệch pha giữa i và u: $\tan\varphi = \frac{U_{AM} - U_{MB}\sin\frac{\pi}{4}}{U_{MB}\cos\frac{\pi}{4}} = \frac{10I - 10\sqrt{2}I.\frac{1}{\sqrt{2}}}{10\sqrt{2}I.\frac{1}{\sqrt{2}}} = 0$

$\Rightarrow$ u và i cùng pha $\Rightarrow i = 10\sqrt{2}\cos100\pi t\,(A)$

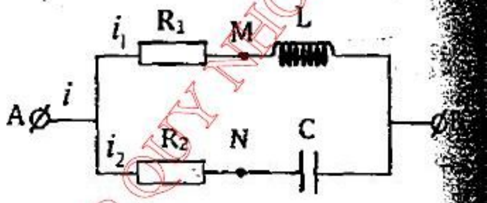
Vậy: + Giá trị L' để P_{max} là $L' = 31{,}8mH$ và $P_{max} = 866W$.

+ Biểu thức cường độ tức thời: $i = 10\sqrt{2}\cos100\pi t\,(A)$.

Cấu trúc mạch tối thiểu để I vẫn không thay đổi

Vì dòng điện trong mạch chính lúc này vẫn cùng pha với u nên mạch chỉ chứa linh kiện tối thiểu là R, với: $R = \frac{U}{I} = \frac{100}{10} = 10\Omega$

Vậy: Linh kiện tối thiểu cần thay thế là $R = 10\,\Omega$.



4.19. Cho mạch điện xoay chiều sau đây:

$R_1 = 17{,}3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega$; $L = 31{,}8\text{mH} \approx \dfrac{1}{10\pi}\text{H}$ (cuộn thuần cảm); R_2: điện trở thuần; C: điện dung của tụ điện.

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$

a) Định hệ thức liên lạc giữa R_2 và C để hiệu điện thế hiệu dụng giữa M và N cực đại. Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} lúc đó.

b) Giả sử điều kiện trên được thỏa. Tính R_2 và C để dòng điện qua mạch ch cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}. Tính công suất của mạch điện trong trường h này.

Bài giải

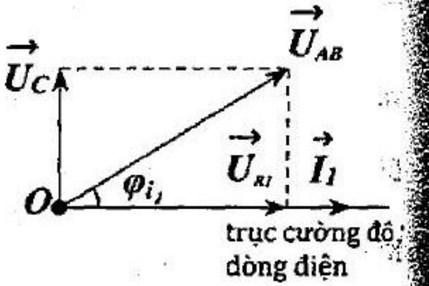
a) Hệ thức liên hệ giữa R_2 và C để $U_{MN\max}$ và biểu thức u_{MN}

Ta có: $Z_L = L\omega = \dfrac{1}{10\pi}.100\pi = 10\Omega$.

* Hệ thức giữa giữa R_2 và C để $U_{MN\max}$:

- Xét nhánh AMB (R_1, L): Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:



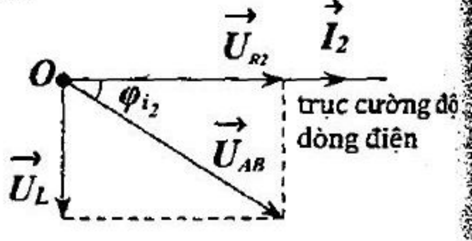
$$\vec{U}_{AM}\begin{cases}U_{AM} = I_1R_1\\ \varphi_{u_{AM}} = 0\end{cases};\ \vec{U}_{MB}\begin{cases}U_{MB} = I_1Z_L\\ \varphi_{u_{MB}} = \dfrac{\pi}{2}\end{cases}$$

u_{AB} sớm pha φ_1 so với i_1, với:

$$\tan\varphi_1 = \frac{Z_L}{R_1} = \frac{10}{10\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{6}$$

- Xét nhánh ANB (R_2, C): Ta có: $u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$.

Giản đồ vectơ cho hiệu điện thế như hình bên:



$$\vec{U}_{AM}\begin{cases}U_{AN} = I_2R_2\\ \varphi_{u_{AN}} = 0\end{cases};\ \vec{U}_{NB}\begin{cases}U_{NB} = I_2Z_C\\ \varphi_{u_{NB}} = -\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$$

u_{AB} trễ pha φ_2 so với i_2, với $\tan\varphi_2 = \dfrac{-Z_C}{R_2}$.

- Xét đoạn mạch AB: Ta có: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$.

Ta có: $u_{MN} = u_{MA} + u_{AN} = u_{AN} - u_{AM} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{AN} - \vec{U}_{AM}$

Giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ dòng điện trong các mạch song song với các hiệu điện thế như sau:

giản đồ vectơ, tứ giác AMBN nội tiếp vòng tròn đường kính $AB = U_{AB} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

n U_{MN} đạt giá trị cực đại khi MN dài nhất bằng AB.

$U_{MN} = U_{AB} = 100V$.

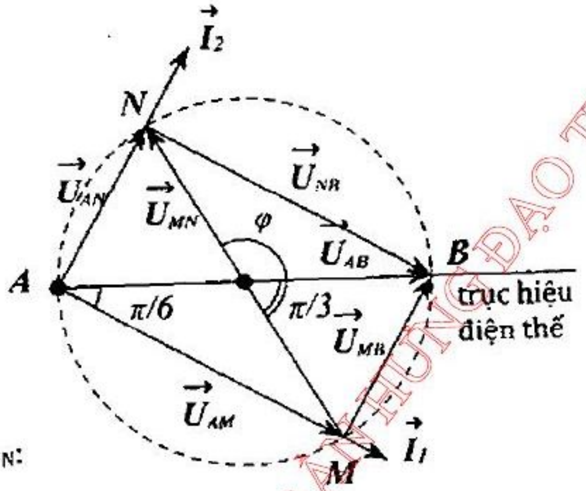
c đó, AMBN là hình chữ ật nội tiếp vòng tròn:

$U_{AN} = U_{MB}$ và $U_{NB} = U_{AM}$.

$I_2R_2 = I_1Z_L$; $I_2Z_C = I_1R_1$

$\frac{R_2}{Z_C} = \frac{Z_L}{R_1} = \frac{10}{10\sqrt{3}}$

$\Rightarrow R_2C\omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$.



$\vec{I_2}$
N
$\vec{U_{AN}}$
$\vec{U_{MN}}$
$\vec{U_{NB}}$
φ
$\vec{U_{AB}}$
B
A
π/6
π/3
$\vec{U_{MB}}$
trục hiệu điện thế
$\vec{U_{AM}}$
$\vec{I_1}$
M

Biểu thức hiệu điện thế tức thời u_{MN}:

Ta có: $U_{0MN} = U_{MN}\sqrt{2} = 100\sqrt{2}$ V.

và $\varphi_{MN} = \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3}$.

$$\Rightarrow u_{MN} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(V) = 141\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(V)$$

Vậy: +Hệ thức giữa giữa R_2 và C để U_{MNmax} là $R_2C\omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

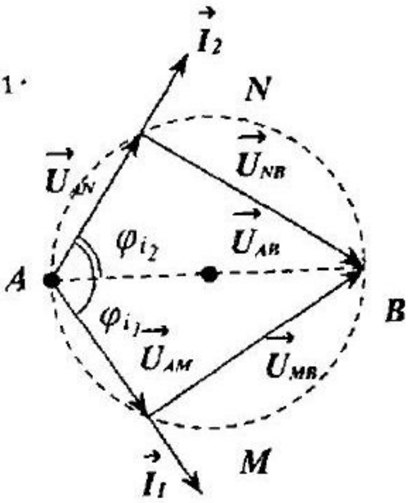
+Biểu thức u_{MN} là $u_{MN} = 141\cos\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(V)$.

Giá trị của R_2 và C để i cùng pha với u_{AB} và công suất của mạch điện

Giá trị của R_2 và C để i cùng pha với u_{AB}

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

Điều kiện để i và u_{AB} cùng pha là: $I_2\sin\varphi_2 = I_1\sin\varphi_1$.



$\vec{I_2}$
N
$\vec{U_{AN}}$
$\vec{U_{NB}}$
φ_{i_2}
$\vec{U_{AB}}$
A
B
φ_{i_1}
$\vec{U_{AM}}$
$\vec{U_{MB}}$
M
$\vec{I_1}$

$$\Leftrightarrow \frac{U}{Z_2}.\frac{Z_C}{Z_2} = \frac{U}{Z_1}.\frac{Z_L}{Z_1} \Leftrightarrow \frac{Z_C}{R_2^2 + Z_C^2} = \frac{Z_L}{R_1^2 + Z_L^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}R_2}{R_2^2 + \left(\sqrt{3}R_2\right)^2} = \frac{10}{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2}$$

$\Rightarrow R_2 = 10\sqrt{3}\Omega = R_1$

và $Z_C = R_2\sqrt{3} = 10\sqrt{3}.\sqrt{3} = 30\Omega$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.30} \approx 1{,}06.10^{-4}F.$$

- Công suất mạch điện: Ta có: $P = I_1^2R_1 + I_2^2R_2$.

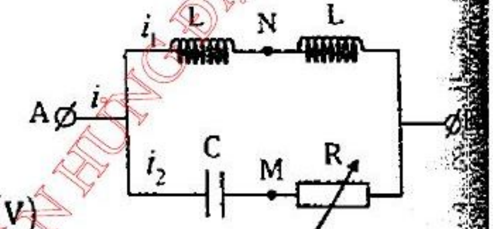
với: $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + Z_L^2}} = \frac{100}{\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 10^2}} = 5A$

$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + Z_C^2}} = \frac{100}{\sqrt{\left(10\sqrt{3}\right)^2 + 30^2}} = \frac{5}{\sqrt{3}}A \Rightarrow P = \left(5^2 + \frac{5^2}{3}\right)10\sqrt{3} = 577,35$

Vậy: +Giá trị của R và C để i và u cùng pha là: $R_1 = R_2 = 10\sqrt{3}\Omega$; $C = 1,06.10$

+Công suất của mạch là P = 577,35W.

4.20. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây:



$$\begin{cases} L = 0,157H \approx \frac{\pi}{20}H \\ C = 31,4\mu F = \pi.10^{-5}F \\ u_{AB} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V) \end{cases}$$

a) Hãy vẽ giản đồ vectơ của các dòng điện và hiệu điện thế ứng với R = 100Ω.

b) Cho R thay đổi. Chứng tỏ U_{MN} = const. Tính giá trị của U_{MN}

c) Tìm giá trị của R để cường độ dòng điện trong mạch chính cùng pha với u_{AB}. (Lấy $\pi^2 = 10$).

Bài giải

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{\pi}{20}.100\pi = 50\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{10^{-5}\pi.100\pi} = 100\Omega$.

a) Giản đồ vectơ của các dòng điện và hiệu điện thế

- Đoạn mạch ANB (L, L): Ta có: $u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$.

với: $U_{AN} = U_{NB} = I_1Z_L$; u_{AN} và u_{NB} đều sớm pha π/2 so với cường độ dòng điệ

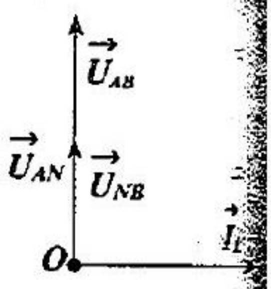
Do đó: $U_{AB} = 2Z_LI_1 \Rightarrow I_1 = \frac{100}{2Z_L} = \frac{100}{2.50} = 1A$

- Đoạn mạch AMB (R, C): Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

với: $I_2 = \frac{U_{AB}}{Z_2} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{100}{\sqrt{100^2 + 100^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}A$.

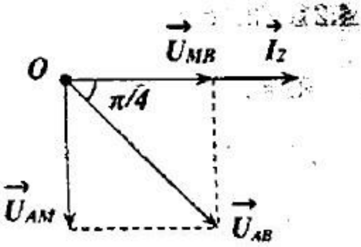
$U_{AM} = I_2Z_C = \frac{1}{\sqrt{2}}.100 = 50\sqrt{2}V$; u_{AM} trễ pha π/2 so với i_2.

$U_{MB} = I_2R = \frac{1}{\sqrt{2}}.100 = 50\sqrt{2}V$; u_{MB} cùng pha so với i_2.



- Giản đồ vectơ về hiệu điện thế:

$\vec{U}_{AM}\begin{cases}U_{AM}=50\sqrt{2}(V)\\ \varphi_{u_{AM}}=-\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$; $\vec{U}_{MB}\begin{cases}U_{MB}=50\sqrt{2}(V)\\ \varphi_{u_{MB}}=0\end{cases}$

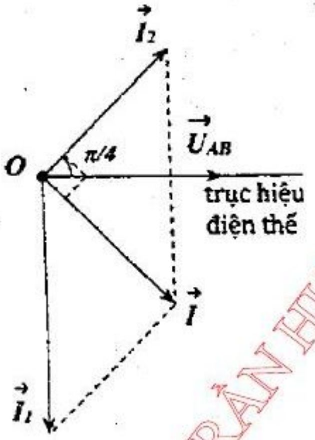

O
$\vec{U}_{MB}$
$\vec{I}_2$
π/4
$\vec{U}_{AM}$
$\vec{U}_{AB}$

Giản đồ vectơ cho các cường độ dòng điện:

Từ $i=i_1+i_2 \Rightarrow \vec{I}=\vec{I}_1+\vec{I}_2$

Suy ra giản đồ vectơ, với:

$\vec{I}_1\begin{cases}I_1=1A\\ \varphi_{i_1}=-\dfrac{\pi}{2}\end{cases}$; $\vec{I}_2\begin{cases}I_2=\dfrac{1}{\sqrt{2}}A\\ \varphi_{i_1}=\dfrac{\pi}{4}\end{cases}$


$\vec{I}_2$
$\vec{U}_{AB}$
O
π/4
trục hiệu điện thế
$\vec{I}$
$\vec{I}_1$

Chứng tỏ U_{MN} = const khi R thay đổi. Tính U_{MN}

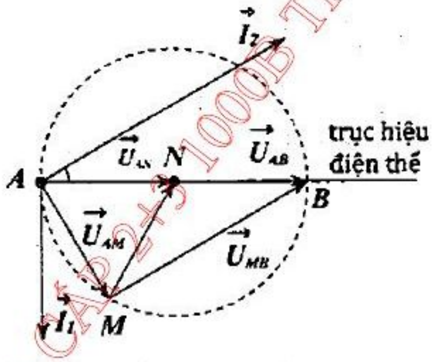
Ta có: $u_{MN}=u_{MA}+u_{AN}=u_{AN}-u_{AM}$

$\Rightarrow \vec{U}_{MN}=\vec{U}_{AN}-\vec{U}_{AM}$; $\vec{U}_{AB}=\vec{U}_{AN}+\vec{U}_{NB}$

$\Rightarrow \vec{U}_{AM}\perp\vec{U}_{MB}$

Khi R thay đổi thì U_{AN} và U_{NB} luôn không đổi, N là trung điểm của U_{AB} còn M trượt trên nửa đường tròn đường kính U_{AB} có tâm là N.

Do đó, U_{MN} là trung tuyến của tam giác AMB, suy ra: $U_{MN}=\dfrac{U_{AB}}{2}=\dfrac{100}{2}=50V$.


$\vec{I}_2$
$\vec{U}_{AN}$
N
$\vec{U}_{AB}$
trục hiệu điện thế
A
B
$\vec{U}_{AM}$
$\vec{U}_{MB}$
$\vec{I}_1$
M

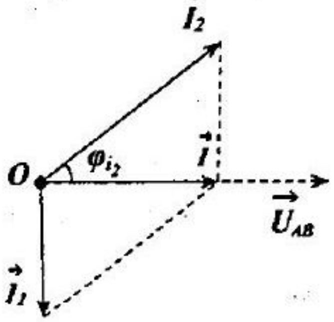
Vậy: Khi R thay đổi, U_{MN} = 50V = const.

Giá trị của R để cường độ dòng điện trong mạch chính cùng pha với u_{AB}

Từ giản đồ vectơ với dòng điện, để i và u cùng pha thì:

$I_2\sin\varphi_{i_2}=I_1$ (1)

với: $\sin\varphi_{i_2}=\dfrac{U_C}{U_{AB}}=\dfrac{I_2Z_C}{I_2Z_2}=\dfrac{Z_C}{Z_2}$ (2)


$\vec{I}_2$
O
φ_{i_2}
$\vec{I}$
$\vec{U}_{AB}$
$\vec{I}_1$

Thay (2) vào (1) ta được:

$\dfrac{U}{Z_2}.\dfrac{Z_C}{Z_2}=\dfrac{U}{Z_1}\Leftrightarrow\dfrac{Z_C}{R^2+Z_C^2}=\dfrac{1}{2Z_L}$

$\Leftrightarrow\dfrac{100}{R^2+100^2}=\dfrac{1}{2.50}\Rightarrow R=0$.

Vậy: Để i cùng pha với u_{AB} thì R = 0.

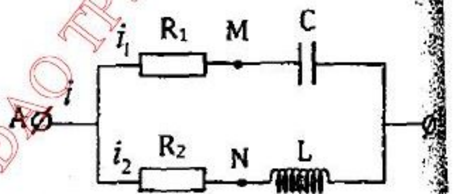
4.21. Cho mạch điện xoay chiều sau đây: R_1: điện trở thuần có giá trị thích hợ

$R_2 = 10\Omega$; $C = 318\mu F \approx \dfrac{10^{-3}}{\pi}$ F; L: hệ số tự cảm của cuộn thuần cảm.

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = 141\cos 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$.

Cho biết các hiệu điện thế tức thời u_{MN} và u_{AB} là những đại lượng biến thiên hình sin theo thời gian cùng biên độ nhưng lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$. Hãy:



a) Tính điện trở R_1 và hệ số tự cảm L.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính.

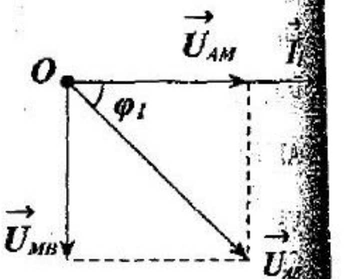
Bài giải

a) Điện trở R_1 và hệ số tự cảm L

Ta có: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-3}}{\pi}.100\pi} = 10\Omega$.

- Xét nhánh AMB (R_1, C), ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

với: $I_1 = \dfrac{U_{AB}}{Z_1} = \dfrac{U_{AB}}{\sqrt{R_1^2 + Z_C^2}}$; $U_{AM} = I_1R_1$; $U_{MB} = I_1Z_C$



u_{AM} cùng pha với i_1 còn u_{MB} trễ pha $\pi/2$ so với i_1.

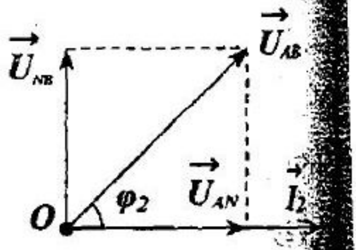
i_1 sớm pha φ_1 so với u_{AB}, $\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_C}{R_1}$.

Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như hình vẽ.

- Xét nhánh ANB (R_2, L), ta có: $u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$.

với: $I_2 = \dfrac{U_{AB}}{Z_2} = \dfrac{U_{AB}}{\sqrt{R_2^2 + Z_L^2}}$;

$U_{AN} = I_2R_2$; $U_{NB} = I_2Z_L$



u_{AN} cùng pha với i_2 còn u_{NB} sớm pha $\pi/2$ so với i_2.

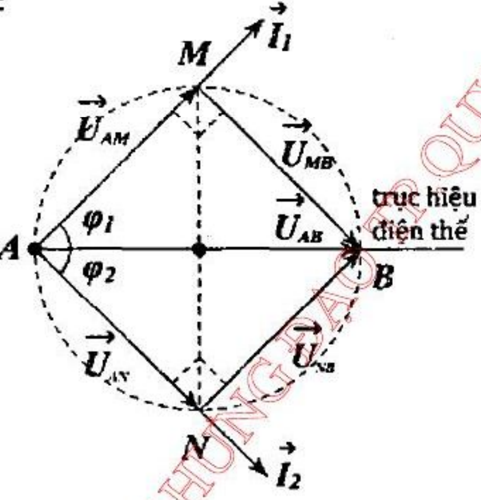
i_2 trễ pha φ_2 so với u_{AB}, $\tan\varphi_2 = \dfrac{-Z_L}{R_2}$.

- Xét đoạn mạch AB (AMB // ANB), ta có:

$u_{AB} = u_{AN} + u_{NB} = u_{AM} + u_{MB}$

và $u_{MN} = u_{MA} + u_{AN} = u_{AN} - u_{AM} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{AN} - \vec{U}_{AM}$

Giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ dòng điện trong các mạch song song với các hiệu điện thế như sau:



Từ giản đồ vectơ, ta thấy tứ giác AMBN nội tiếp đường tròn đường kính U_{AB}.

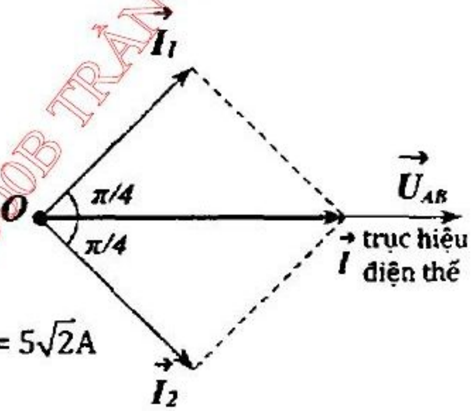
Vì $U_{MN} = U_{AB} \Rightarrow MN = AB$ nên tam giác AMB vuông cân tại M, tam giác ANB vuông cân tại N.

$\Rightarrow U_{AM} = U_{MB} \Leftrightarrow R_1I_1 = Z_CI_1 \Rightarrow R_1 = Z_C = 10\Omega$

$U_{AN} = U_{NB} \Leftrightarrow R_2I_2 = Z_LI_2 \Rightarrow R_2 = Z_L = 10\Omega$

$\Rightarrow L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{10}{100\pi} = \dfrac{1}{10\pi}H$.

Vậy: Điện trở R_1 và hệ số tự cảm L là $L = \dfrac{1}{10\pi}H$; $R_1 = 10\Omega$.



b) Biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

với: $I_1 = I_2 = \dfrac{U_{AB}}{\sqrt{R_1^2 + Z_C^2}} = \dfrac{100}{\sqrt{10^2 + 10^2}} = \dfrac{100}{10\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}A$

Vì i_1 sớm pha $\pi/4$ và i_2 trễ pha $\pi/4$ so với u_{AB} nên i cùng pha so với u_{AB}.

Từ giản đồ vectơ, suy ra: $I = I_1\sqrt{2} = 5\sqrt{2}.\sqrt{2} = 10A$.

$\Rightarrow i = 10\sqrt{2}\cos100\pi t(A) \approx 14,1\cos314t(A)$

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính là: $i = 14,1\cos314t(A)$.

22. Giữa hai điểm A và B có hiệu điện thế xoay chiều $u = 25\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.

a) Mắc vào giữa A, B một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R_1 = 50,0\Omega$ và cuộn thuần cảm có cảm kháng $Z_L = 37,5\Omega$.

Tính cường độ dòng điện I_1 trong đoạn mạch và góc lệch pha φ_{i_1} giữa dòng điện và hiệu điện thế.

b) Mắc vào giữa A và B đoạn mạch thứ hai gồm điện trở thuần $R_2 = 50,0\Omega$ nối với tụ điện có dung kháng $Z_C = 50,0\Omega$.

Tính cường độ dòng điện I_2 trong đoạn mạch này và góc lệch pha φ_{i_2} giữa dòng điện và hiệu điện thế.

Tính cường độ dòng điện trong mạch chính.

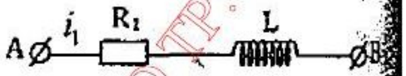
BỒI DƯỠNG TOÁN - LÍ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO QUY NHƠN

c) Vẫn xét đoạn mạch như ở câu b. Giả sử giá trị của R_1, R_2, L, C thay đổi được. Tìm điều kiện mà các giá trị này phải nghiệm đúng để các dòng điện trong nhánh có pha vuông góc với nhau.

Bài giải

a) Cường độ dòng điện I_1 trong đoạn mạch và góc lệch pha φ_{i_1} giữa dòng điện hiệu điện thế

Ta có: $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_L^2} = \sqrt{50^2 + 37{,}5^2} = 62{,}5\Omega$



$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{25}{62{,}5} = 0{,}4A$$

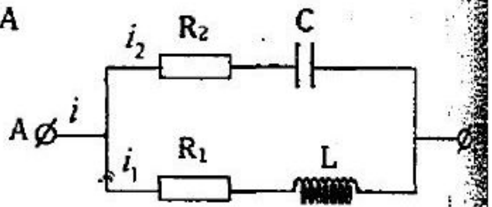
$\tan\varphi_1 = \frac{-Z_L}{R_1} = \frac{-37{,}5}{50} \Rightarrow \varphi_1 = -0{,}646\text{rad}$: i_1 trễ pha 0,646rad so với u.

Vậy: Cường độ dòng điện trong đoạn mạch là $I_1 = 0{,}4A$ và góc lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế là 0,646rad.

b) Cường độ dòng điện I_2 trong đoạn mạch và góc lệch pha φ_{i_2} giữa dòng điện hiệu điện thế

- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch thứ hai là:

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + Z_C^2}} = \frac{25}{\sqrt{50^2 + 50^2}} = 0{,}354A$$



- Góc lệch pha giữa i_1 và u:

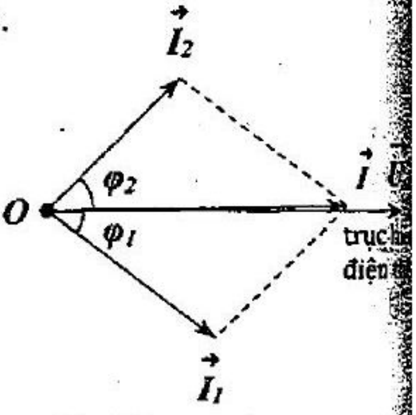
Ta có: $\tan\varphi_2 = \frac{Z_C}{R_2} = \frac{50}{50} = 1$

$\Rightarrow \varphi_2 = 0{,}785\text{rad}$: i_2 sớm pha 0,785rad so với u.

- Cường độ dòng điện trong mạch chính:

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

Giản đồ vectơ về cường độ dòng điện như hình bên:



với $\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = 0{,}4A \\ \varphi_1 = -0{,}646\text{rad} \end{cases}$; $\vec{I_2}\begin{cases} I_2 = 0{,}354A \\ \varphi_1 = \frac{\pi}{4}\text{rad} \end{cases}$

Từ giản đồ, áp dụng định lí hàm số côsin trong tam giác OII_2, ta có:

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos(0{,}646 + 0{,}785)$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{0{,}4^2 + 0{,}354^2 + 2.0{,}4.0{,}354.\cos 1{,}431} = 0{,}570A.$$

Vậy: - Cường độ dòng điện I_2 và góc lệch pha giữa i_2 và u là: $I_2 = 0{,}354A$ 0,785rad.

- Cường độ dòng điện trong mạch chính là I = 0,57A.

Điều kiện của R_1, R_2, L, C để các dòng điện trong hai nhánh có pha vuông góc với nhau.

Góc lệch pha giữa i_1 và u_{AB} là φ_1, với $\tan\varphi_1 = \dfrac{-Z_L}{R_1}$.

Góc lệch pha giữa i_2 và u_{AB} là φ_2, với $\tan\varphi_2 = \dfrac{Z_C}{R_2}$.

Vì i_1 và i_2 vuông pha với nhau nên:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\pi}{2} + \varphi_1 \Rightarrow \tan\varphi_2 = -\cot\varphi_1 = -\frac{1}{\tan\varphi_1}.$$

$$\Rightarrow \tan\varphi_2 . \tan\varphi_1 = -1 \Leftrightarrow \frac{-Z_C}{R_2}.\frac{Z_L}{R_1} = -1 \Leftrightarrow \frac{1}{C\omega R_1}.\frac{L\omega}{R_2} = 1$$

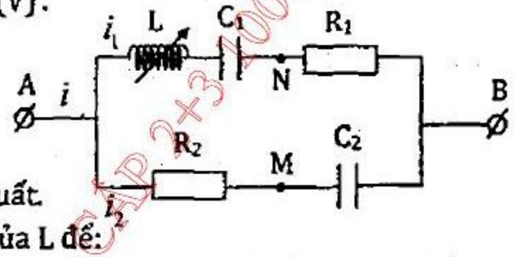
$$\Rightarrow L = CR_1R_2$$

Vậy: Khi $L = CR_1R_2$ thì các dòng điện trong hai nhánh có pha vuông góc với nhau.

23. Cho mạch điện xoay chiều sau đây:

$R_1 = R_2 = 100\,\Omega$; $C_1 = C_2 = 18{,}4\mu F \approx \dfrac{1}{\sqrt{3}\pi}.10^{-4}F$; L: cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm thay đổi được. Hiệu điện thế hai đầu mạch điện AB:

$u_{AB} = 141\cos314t\,(V) \approx 100\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$.



Với $L = 1{,}10H \approx \dfrac{2\sqrt{3}}{\pi}H$. Hãy tính:

Các cường độ dòng điện.

Công suất của đoạn mạch và hệ số công suất.

L có giá trị thay đổi. Hãy xác định giá trị của L để:

Hiệu điện thế U_{MN} cực tiểu.

Hiệu điện thế tức thời u_{MN} lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{AB}.

Bài giải

Ta có: $Z_{C_1} = Z_{C_2} = \dfrac{1}{C_1\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-4}}{100\pi}.100\pi} = 100\sqrt{3}\Omega$.

Tính cường độ dòng điện, công suất đoạn mạch và hệ số công suất

Với $L = \dfrac{2\sqrt{3}}{\pi}H \Rightarrow Z_L = L\omega = \dfrac{2\sqrt{3}}{\pi}.100\pi = 200\sqrt{3}\Omega$

Xét nhánh ANB (L, C_1, R_1):

Ta có: $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + \left(Z_L - Z_{C_1}\right)^2} = \sqrt{100^2 + \left(200\sqrt{3} - 100\sqrt{3}\right)^2} = 200\Omega$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{100}{200} = 0,5A$$

$$\tan\varphi_{i_1} = \frac{Z_{C_1} - Z_L}{R_1} = \frac{100\sqrt{3} - 200\sqrt{3}}{100} = -\sqrt{3}$$

$\Rightarrow \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{3}$: i_1 trễ pha $\pi/3$ so với u_{AB}.

- Xét nhánh AMB (R_2, C_2):

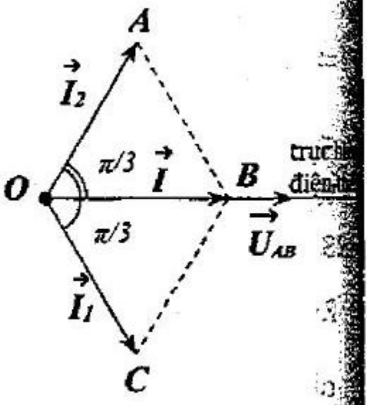
Ta có: $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_{C_2}{}^2} = \sqrt{100^2 + \left(100\sqrt{3}\right)^2} = 200\Omega$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{Z_2} = \frac{100}{200} = 0,5A$$

$$\tan\varphi_{i_1} = \frac{Z_{C_2}}{R_2} = \frac{100\sqrt{3}}{100} = \sqrt{3}$$

$\Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{3}$: i_2 sớm pha $\pi/3$ so với u_{AB}.

- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính:



Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

Giản đồ vectơ: với $\vec{I_1}\begin{cases} I_1 = 0,5A \\ \varphi_{i_1} = \frac{-\pi}{3} \end{cases}$; $\vec{I_2}\begin{cases} I_2 = 0,5A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{3} \end{cases}$

Từ giản đồ, ta thấy tứ giác OABC là hình thoi, do $I_1 = I_2$ và góc hợp giữa

là 120⁰ nên góc $\widehat{AOB} = 60^0 \Rightarrow OA = AB = OB \Rightarrow I_1 = I_2 = I = 0,5A$.

- Công suất của đoạn mạch:

Ta có: $P = I_1^2R_1 + I_2^2R_2 = 2I_1^2R_1 = 2.0,5^2.100 = 50W$

(Cũng có thể tính P từ biểu thức tổng quát: $P = UI\cos\varphi_{i/u}$)

- Hệ số công suất:

Từ giản đồ vectơ ta thấy i và u_{AB} cùng pha nên $\cos\varphi_{i/u} = 1$.

Vậy: + Cường độ dòng điện trong mạch chính và trong các nhánh là $I = I_1 = I_2 = 0,5A$.

+ Công suất và hệ số công suất của đoạn mạch là P = 50W và $\cos\varphi_{i/u} =$

b) Giá trị của L để U_{MN} đạt giá trị cực tiểu và u_{MN} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AB}.

- Giá trị của L để U_{MN} đạt giá trị cực tiểu

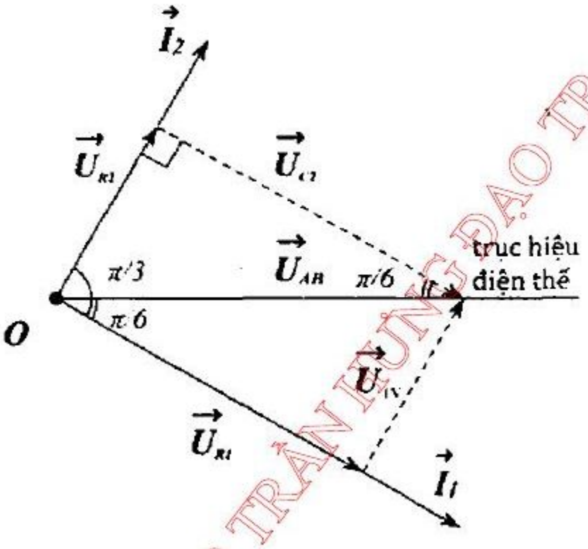
Ta có: Khi L thay đổi, i_2 luôn luôn sớm pha hơn u_{AB} một góc $\varphi_{i_2} = \frac{\pi}{3}$.

và $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{R_2} + \vec{U}_{C_2} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{R_1}$

$u_{MN} = u_{MB} + u_{BN} \Rightarrow \vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MB} - \vec{U}_{NB}$ hay $\vec{U}_{MN} = \vec{U}_{C_2} - \vec{U}_{R_1}$

Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như hình vẽ.

Từ giản đồ, ta thấy U_{MN} có độ lớn nhỏ nhất khi và chỉ khi $\vec{U}_{C_2}$ cùng chiều với $\vec{U}_{R_1}$, tức là u_{AB} sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với i_1:



$\vec{I}_2$
$\vec{U}_{R1}$
$\vec{U}_{C2}$
trục hiệu điện thế
π/3
$\vec{U}_{AB}$
π/6
O
π/6
$\vec{U}_{MN}$
$\vec{U}_{R1}$
$\vec{I}_1$

$$\tan\varphi_{u_{AB}/i_1} = \frac{Z_L - Z_{C_1}}{R_1} = \tan\frac{\pi}{6}$$

$$\Leftrightarrow \frac{L\omega - 100\sqrt{3}}{100} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{4}{\pi\sqrt{3}}(H)$$

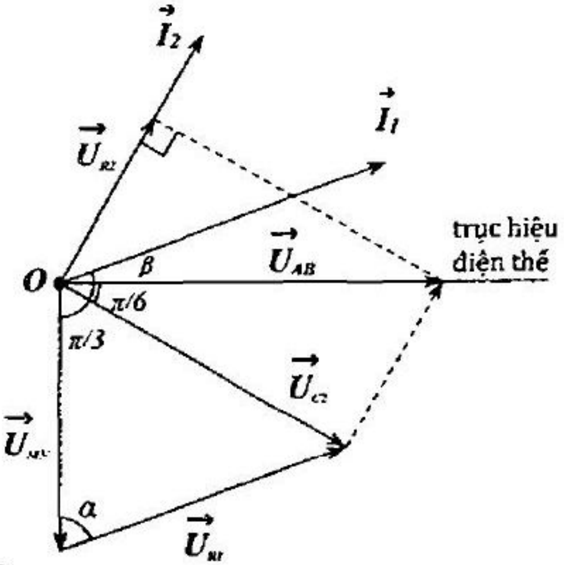
Giá trị của L để u_{MN} lệch pha $\pi/2$ so với u_{AB}:

Ta có: $\vec{U}_{MN} = \vec{U}_{MB} - \vec{U}_{NB}$ hay $\vec{U}_{MN} = \vec{U}_{C_2} - \vec{U}_{R_1}$

Giả sử i_1 sớm pha so với u_{AB} một góc β, giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong trường hợp này được biểu diễn như hình vẽ.

Từ giản đồ vectơ, áp dụng định lí hàm số sin, ta có:

$$\frac{U_{R_1}}{\sin\frac{\pi}{3}} = \frac{U_{C_2}}{\sin\alpha}$$



$\vec{I}_2$
$\vec{I}_1$
$\vec{U}_{R2}$
trục hiệu điện thế
O
β
$\vec{U}_{AB}$
π/6
π/3
$\vec{U}_{C2}$
$\vec{U}_{MN}$
α
$\vec{U}_{R1}$

Mặt khác: $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$

$$\Rightarrow \sin\alpha = \cos\beta = \cos\varphi_{u_{AB}/i_1} = \frac{R_1}{Z_1}$$

$$\Rightarrow U_{C_2} = I_2 Z_{C_2} = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + Z_{C_2}^2}}.Z_{C_2}$$

$$U_{R_1} = I_1 R_1 = \frac{U}{Z_1}.R_1$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{Z_1} = \sin\frac{\pi}{3}.\frac{U_{C_2}}{U_{R_1}} = \frac{\sqrt{3}}{2}.\frac{Z_{C_2}}{\sqrt{R_2^2 + Z_{C_2}^2}}\frac{Z_1}{R_1}$$

$$\Rightarrow Z_1^2 = \frac{R_1^2\sqrt{R_2^2 + Z_{C_2}^2}}{Z_{C_2}.\sin\frac{\pi}{3}} = \frac{100^2.\sqrt{100^2 + \left(100\sqrt{3}\right)^2}}{100\sqrt{3}.\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{4.10^4}{3}$$

$$\Leftrightarrow 100^2 + \left(Z_L - 100\sqrt{3}\right)^2 = \frac{4.10^4}{3} \Leftrightarrow Z_L - 100\sqrt{3} = \pm\frac{100}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{400}{\sqrt{3}}\Omega \Rightarrow L = \frac{4}{\pi\sqrt{3}}(H) \text{ hoặc } Z_L = \frac{200}{\sqrt{3}}\Omega \Rightarrow L = \frac{2}{\pi\sqrt{3}}(H)$$

Vậy: Giá trị của L để U_{MNmin} là $L = \frac{4}{\pi\sqrt{3}}(H)$; giá trị của L để u_{MN} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ với u_{AB} là $L_1 = \frac{4}{\pi\sqrt{3}}(H)$ hoặc $L_2 = \frac{2}{\pi\sqrt{3}}(H)$.

4.24. Cho mạch điện sau đây: R_1, R_2: điện trở thuần; L: hệ số tự cảm của một cu cảm thuần; C: điện dung của tụ điện.

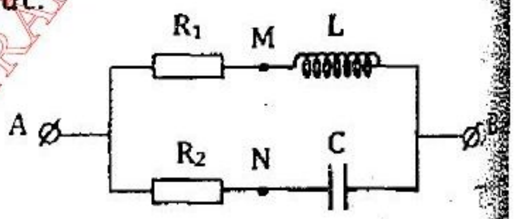
Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức:

$u_{AB} = U\sqrt{2}\cos\omega t$

(ω biến thiên được liên tục từ 0)

a) Tìm hệ thức liên lạc giữa R_1, R_2, L, C để dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}

b) Khi điều kiện trên được thỏa, hãy chứng tỏ cường độ hiệu dụng của dòng mạch chính không phụ thuộc ω.



Bài giải

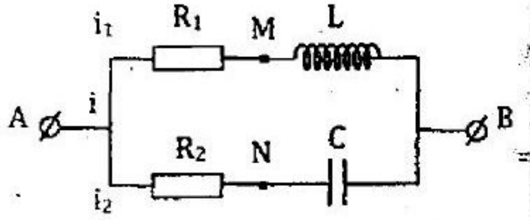
a) Hệ thức liên lạc giữa R_1, R_2, L, C để i cùng pha với u_{AB}

- Cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

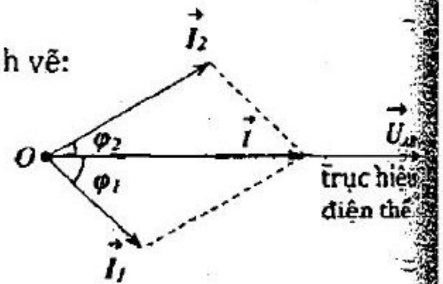
với: $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + Z_L^2}}$,

$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + Z_C^2}}$



- Giản đồ vectơ về cường độ dòng điện như hình vẽ:

$$\vec{I_1}\begin{cases} I_1 \\ \varphi_1;\ \tan\varphi_1 = \frac{-Z_L}{R_1} \end{cases};\ \vec{I_2}\begin{cases} I_2 \\ \varphi_2;\ \tan\varphi_2 = \frac{Z_C}{R_2} \end{cases}$$



- Trên hệ trục xOy (Ox nằm ngang, Oy thẳng đứng), ta có:

$$\left.\begin{array}{l} I_x = I_1\cos\varphi_1 + I_2\cos\varphi_2 \\ I_y = I_1\sin\varphi_1 + I_2\sin\varphi_2 \end{array}\right\} \Rightarrow \tan\varphi_i = \frac{I_y}{I_x}$$

Điều kiện để i và u_{AB} cùng pha là:

$\varphi_i = 0 \Leftrightarrow \tan\varphi_i = 0 \Rightarrow I_y = 0 \Leftrightarrow I_1\sin\varphi_1 + I_2\sin\varphi_2 = 0$ Vì

$$\sin\varphi_1 = \frac{\tan\varphi_1}{\sqrt{1+\tan^2\varphi_1}} = \frac{-Z_L}{Z_1};\ \sin\varphi_2 = \frac{\tan\varphi_2}{\sqrt{1+\tan^2\varphi_2}} = \frac{Z_C}{Z_2}$$

$$\Rightarrow \frac{U}{Z_1}\left(\frac{-Z_L}{Z_1}\right) + \frac{U}{Z_2}.\frac{Z_C}{Z_2} = 0 \Leftrightarrow \frac{Z_L}{R_1^2 + Z_L^2} = \frac{Z_C}{R_2^2 + Z_C^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{L\omega}{R_1^2 + (L\omega)^2} = \frac{1}{C\omega\left(R_2^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}\right)} \Leftrightarrow R_1^2 + L^2\omega^2 = LC\omega^2\left(R_2^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}\right).$$

$$\Leftrightarrow R_1^2 + L^2\omega^2 = LCR_2^2\omega^2 + \frac{L}{C} \Leftrightarrow \omega^2\left(LCR_2^2 - L^2\right) = R_1^2 - \frac{L}{C}.$$

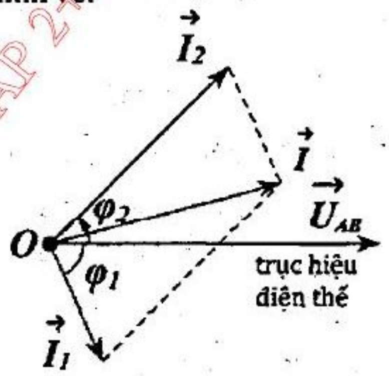
Để i và u_{AB} luôn luôn cùng pha khi ω thay đổi thì: $\begin{cases} R_1 = R_2 \\ R_1^2 = \frac{L}{C} \end{cases} \Rightarrow L = CR_1R_2$

Vậy: Hệ thức liên lạc giữa R_1, R_2, L, C để i luôn cùng pha với u_{AB} là $L = CR_1R_2$.

Chứng tỏ cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính không phụ thuộc ω.

Ta có: Giản đồ vectơ về cường đồ dòng điện như hình vẽ.

Từ giản đồ vectơ này, ta có:



$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$; $\varphi_1 < 0$.

với: $\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1}$, $\sin\varphi_1 = \frac{-Z_L}{Z_1}$;

$\cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2}$; $\sin\varphi_2 = \frac{Z_C}{Z_2}$.

và $\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \cos\varphi_2\cos\varphi_1 + \sin\varphi_2\sin\varphi_1$

$$\Rightarrow \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{R_2}{Z_2}.\frac{R_1}{Z_1} + \frac{Z_C}{Z_2}.\left(\frac{-Z_L}{Z_1}\right) = \frac{R_1R_2 - Z_LZ_C}{Z_1Z_2}$$

Do đó: $I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1) \Leftrightarrow \frac{1}{Z^2} = \frac{1}{Z_1^2} + \frac{1}{Z_2^2} + \frac{2}{Z_1^2Z_2^2}(R_1R_2 - Z_LZ_C)$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{Z^2} = \frac{1}{Z_1^2} + \frac{1}{Z_2^2} + \frac{2}{Z_1^2Z_2^2}\left(\frac{L}{C} - \frac{L}{C}\right) \Leftrightarrow \frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R_1^2 + L^2\omega^2} + \frac{1}{R_2^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}$$

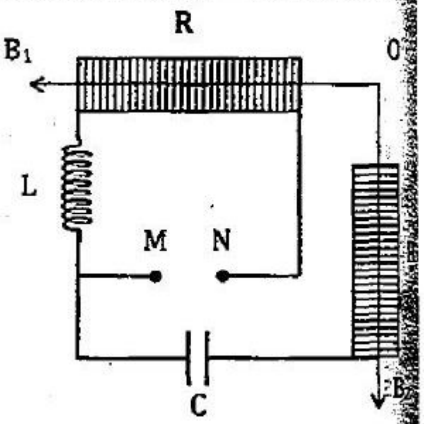
- Thay $R_1 = R_2 = R$; $C^2 = \dfrac{L^2}{R^4}$ vào hệ thức trên ta được:

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2+L^2\omega^2} + \frac{1}{R^2+\dfrac{1}{\dfrac{L^2\omega^2}{R^4}}} = \frac{1}{R^2+L^2\omega^2}\left(1+\frac{L^2\omega^2}{R^2}\right) = \frac{1}{R^2}$$

$$\Rightarrow Z = R\ (\forall\omega) \text{ và } I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R};\ \forall\omega$$

Vậy: Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính là $I = \dfrac{U}{R}; \forall\omega$.

4.25. Mạch điện xoay chiều trong động cơ một pha có cấu tạo theo sơ đồ như hì sau đây: L: cuộn thuần cảm; B_1, B_2 là hai ống dây coi như thuần trở có điện t đều bằng R để tạo từ trường. Hiệu điện thế giữa M và N là $u_{MN} = U\sqrt{2}\cos\omega t$.



a) Tính cường độ dòng điện I_1, I_2 trong các ống dây theo U, L, C, R, ω. Muốn $I_1 = I_2$ phải có điều kiện gì?

b) Lập biểu thức cường độ tức thời i_1, i_2 của các dòng điện trong hai ống dây. Để cho i_1 và i_2 có pha vuông góc phải có điều kiện gì?

c) Giả sử $I_1 = I_2$ và i_1, i_2 có pha vuông góc. Tính các cường độ dòng điện và L, C.
Áp dụng: $\omega = 720$rad/s; $R = 60\Omega$; $U = 100$V.

Bài giải

a) Tính cường độ dòng điện I_1, I_2 trong các ống dây theo U, L, C, R, ω

- Mạch điện có cấu tạo gồm: $[(R_1, L) // (R_2, C)]$.
  - + Nhánh 1: $I_1 = \dfrac{U}{Z_1} = \dfrac{U}{\sqrt{R_1^2+Z_L^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}}$.
  - + Nhánh 2: $I_2 = \dfrac{U}{Z_2} = \dfrac{U}{\sqrt{R_2^2+Z_C^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+\dfrac{1}{\omega^2C^2}}}$.
- Để $I_1 = I_2$ thì $Z_1 = Z_2 \Rightarrow \omega^2L^2 = \dfrac{1}{\omega^2C^2} \Rightarrow LC\omega^2 = 1$.

Vậy: + Cường độ dòng điện I_1, I_2 trong các ống dây là:

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}};\ I_2 = \frac{U}{\sqrt{R^2+\dfrac{1}{\omega^2C^2}}}.$$

+ Để $I_1 = I_2$ thì $LC\omega^2 = 1$.

Biểu thức cường độ tức thời i_1, i_2 của các dòng điện trong hai ống dây. Điều kiện để i_1 và i_2 có pha vuông góc nhau

Biểu thức của i_1, i_2:

Ta có: $i_1 = I_1\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{i_1})$; $i_2 = I_2\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{i_2})$.

với: $\tan\varphi_{i_1} = -\frac{Z_L}{R_1} = -\frac{\omega L}{R}$; $\tan\varphi_{i_2} = \frac{Z_C}{R_2} = \frac{1}{R\omega C}$.

Để i_1 và i_2 vuông pha nhau:

$$\tan\varphi_{i_1} = -\frac{1}{\tan\varphi_{i_2}} \Leftrightarrow -\frac{\omega L}{R} = -\frac{1}{\frac{1}{R\omega C}} = -R\omega C \Leftrightarrow L = CR^2$$

Vậy: - Biểu thức của i_1 và i_2 là $i_1 = I_1\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{i_1})$; $i_2 = I_2\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{i_2})$.

- Điều kiện để i_1 và i_2 vuông pha nhau là $L = CR^2$.

Tính cụ thể I_1, I_2 và L, C

Từ các điều kiện để $I_1 = I_2$ và i_1 vuông pha với i_2: $LC\omega^2 = 1$, $L = CR^2$ ta có:

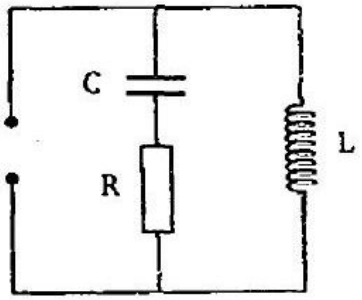
$C^2R^2\omega^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{R\omega} = \frac{1}{36.720} = 38{,}6.10^{-6}F = 38{,}6\mu F$;

$L = CR^2 = 38{,}6.10^{-6}.36^2 = 0{,}05H$;

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}} = \frac{100}{\sqrt{36^2+720^2.0{,}05^2}} = 19{,}7A$$

Vậy: $I_1 = I_2 = 19{,}7A$; $L = 0{,}05H$ và $C = 38{,}6\mu F$.

26. Cho mạch điện xoay chiều như sau: L: cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L; u_{AB}: có tần số góc ω thay đổi.



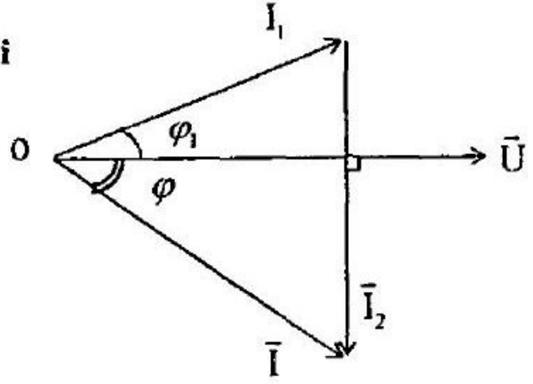
Tìm điều kiện để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính không phụ thuộc R. Tính cường độ này.

Cho ω thay đổi, xác định ω để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch chính có giá trị cực tiểu. Suy ra rằng khi R = 0 thì giá trị cực tiểu trên cũng bằng 0.

Bài giải

a) Điều kiện để I không phụ thuộc R

- Ta có:



+ Nhánh 1 (R, C): $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$;

$$\sin\varphi_1 = \frac{Z_C}{Z_1}.$$

+ Nhánh 2 (L): $I_2 = \dfrac{U}{Z_2} = \dfrac{U}{Z_L}$.

- Giản đồ vectơ: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

$$\Rightarrow I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\cos\varphi = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\sin\varphi_1$$

$$\Leftrightarrow I^2 = \frac{U^2}{Z_1^2} + \frac{U^2}{Z_2^2} - 2\frac{U^2}{Z_1Z_2}.\frac{Z_C}{Z_1} = U^2\left(\frac{1}{Z_1^2} + \frac{1}{Z_L^2} - \frac{2Z_C}{Z_1^2Z_L}\right)$$

$$\Leftrightarrow I^2 = U^2\left(\frac{1}{R^2 + Z_L^2} + \frac{1}{Z_L^2} - \frac{2Z_C}{(R^2 + Z_L^2)Z_L}\right)$$

- Để I không phụ thuộc R thì: $\dfrac{1}{R^2 + Z_L^2} - \dfrac{2Z_C}{(R^2 + Z_L^2)Z_L} = 0$.

$$\Leftrightarrow Z_L - 2Z_C = 0 \Leftrightarrow \omega L - \frac{2}{\omega C} = 0 \Rightarrow LC\omega^2 = 2.$$

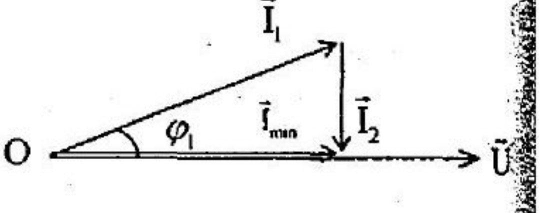
- Lúc đó: $I^2 = \dfrac{U^2}{Z_L^2} \Rightarrow I = \dfrac{U}{Z_L} = \dfrac{U}{\omega L}$.

Vậy: Để I không phụ thuộc R thì $LC\omega^2 = 2$ và lúc đó $I = \dfrac{U}{\omega L}$.

b) Xác định ω để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch chính có giá trị cực tiểu

- Khi ω biến thiên, để $I = I_{min}$ thì $\varphi = 0$. Giản đồ vectơ cho dòng điện lúc này như sau:

- Từ giản đồ, ta có: $I_2 = I_1\sin\varphi_1 \Leftrightarrow \dfrac{U}{Z_2} = \dfrac{U}{Z_1}.\sin\varphi_1$.



$$\Leftrightarrow \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}.\frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2}$$

$$\Leftrightarrow Z_LZ_C = R^2 + Z_C^2 \Leftrightarrow \omega L.\frac{1}{\omega C} = R^2 + \frac{1}{\omega^2C^2}$$

$$\Leftrightarrow \omega^2CL = \omega^2C^2R^2 + 1 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{CL - C^2R^2}} = \frac{1}{C\sqrt{\frac{L}{C} - R^2}}$$

- Khi R = 0, $\omega = \dfrac{1}{C\sqrt{\frac{L}{C}}} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow I_1 = I_2$.

Vì $\vec{I_1}, \vec{I_2}$ ngược pha nhau và $I_1 = I_2$ nên $I_{min} = I_1 - I_2 = 0$.

Vậy: - Để $I = I_{min}$ thì $\omega = \dfrac{1}{C\sqrt{\dfrac{L}{C} - R^2}}$.

- Khi $R = 0$ thì $I_{min} = 0$.

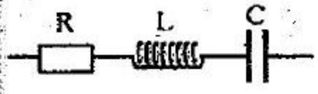
27. Một đoạn mạch xoay chiều gồm một điện trở thuần R, một cuộn thuần cảm L và một tụ điện có điện dung C. Đoạn mạch được đặt vào nguồn hiệu điện thế xoay chiều có tần số góc ω với: $LC\omega^2 = 1$.

Hãy xác định cách mắc các linh kiện trên để cường độ dòng điện qua điện trở R không phụ thuộc vào giá trị của điện trở này và tính các cường độ dòng điện qua cuộn dây và qua tụ điện trong điều kiện đó.

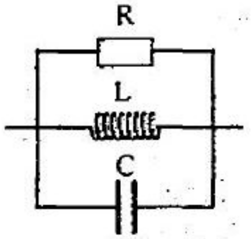
Bài giải

Với ba linh kiện R, L và C ta có tối đa 8 cách mắc như sau:

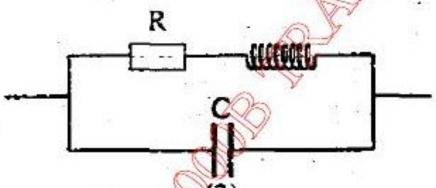
(1): (RLC); (2): (R//L//C); (3): (RL)//C; (4): (RC)//L;
(5): (LC)//R; (6): R(L//C); (7): L(R//C); (8): C(R//L).



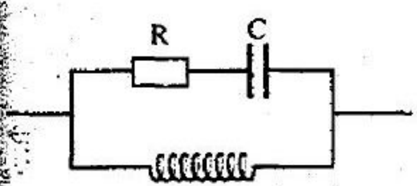
(1)



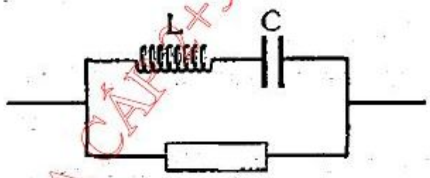
(2)



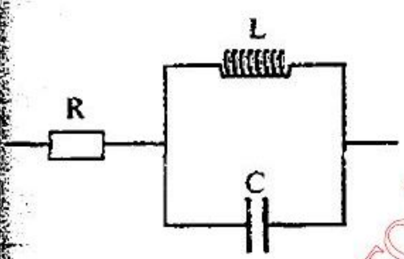
(3)



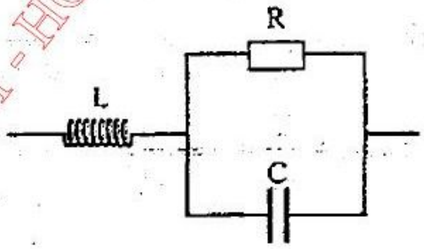
(4)



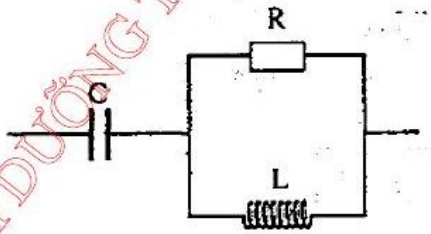
(5)



(6)

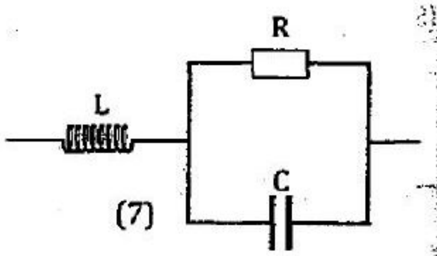


(7)



(8)

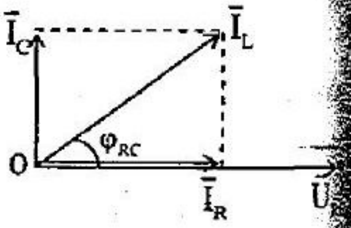
- Trường hợp 1: Từ điều kiện $LC\omega^2 = 1 \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow I_R = I = \dfrac{U}{R}$: I_R phụ thuộc R.
- Trường hợp 2: Ta có: $I_R = \dfrac{U}{R}$: I_R phụ thuộc R.
- Trường hợp 3: Ta có: $I_R = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$: I_R phụ thuộc R.
- Trường hợp 4: Ta có: $I_R = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$: I_R phụ thuộc R.
- Trường hợp 5: Ta có: $I_R = \dfrac{U}{|Z_L - Z_C|} \to \infty$: đoản mạch: I_R phụ thuộc R.
- Trường hợp 6: Ta có: $\vec{I}_R = \vec{I}_L + \vec{I}_C$. Vì $Z_L = Z_C \Rightarrow I_L = I_C$ và $\vec{I}_L$, $\vec{I}_C$ ngược pha nên
= 0: I_R *không* phụ thuộc R.
- Trường hợp 7:
  + Đoạn mạch (R//C):



(7)

$$I = \sqrt{I_R^2+I_C^2} = U\sqrt{\frac{1}{R^2}+\frac{1}{Z_C^2}} = \frac{U\sqrt{R^2+Z_C^2}}{RZ_C}$$

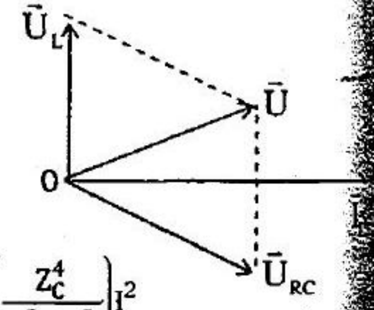
$$\Rightarrow Z_{RC} = \frac{RZ_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}};\ U_{RC} = \frac{RZ_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}I$$



u_{RC} trễ pha so với i một góc φ_{RC}, với:

$$\tan\varphi_{RC} = \frac{I_C}{I_R} = \frac{R}{Z_C};\ \sin\varphi_{RC} = \frac{I_C}{I_L} = \frac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$$

  + Đoạn mạch (L, (R//C)): $U^2 = U_L^2+U_{RC}^2+2U_LU_{RC}\cos(\frac{\pi}{2}+\varphi_{RC})$



với: $\cos(\frac{\pi}{2}+\varphi_{RC}) = -\sin\varphi_{RC} = -\dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$

$$\Rightarrow U^2 = \left[Z_L^2+\frac{R^2Z_C^2}{R^2+Z_C^2}-2Z_L\frac{RZ_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}.\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}\right]I^2$$

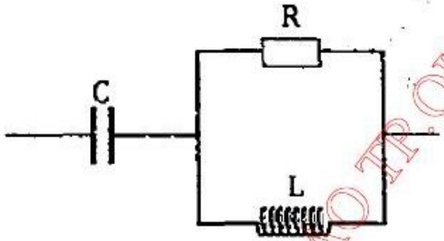
$$\Rightarrow U^2 = \left[Z_C^2+\frac{R^2Z_C^2}{R^2+Z_C^2}-2\frac{RZ_C^2}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}.\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}\right]I^2 = \left(\frac{Z_C^4}{R^2+Z_C^2}\right)I^2$$

$$\Rightarrow U = \frac{Z_C^2}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}I;\ I = \frac{\sqrt{R^2+Z_C^2}}{Z_C^2}U \Rightarrow U_{RC} = \frac{RZ_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}.\frac{\sqrt{R^2+Z_C^2}}{Z_C^2}U = \frac{R}{Z_C}U$$

Dòng điện qua R là: $I_R = \dfrac{U_{RC}}{R} = \dfrac{U}{Z_C}$: I_R *không* phụ thuộc R.

Trường hợp 8:

+ Đoạn mạch (R//L):



(8)

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = U\sqrt{\frac{1}{R^2}+\frac{1}{Z_L^2}} = \frac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{RZ_L}$$

$$\Rightarrow Z_{RL} = \frac{RZ_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}};\ U_{RL} = \frac{RZ_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}I$$

u_{RL} sớm pha so với i một góc φ_{RL}, với:

$$\tan\varphi_{RL} = \frac{I_L}{I_R} = \frac{R}{Z_L};\ \sin\varphi_{RL} = \frac{I_L}{I_C} = \frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$$

+ Đoạn mạch (C, (R//L)): $U^2 = U_C^2 + U_{RL}^2 + 2U_CU_{RL}\cos(\frac{\pi}{2} + \varphi_{RL})$

với: $\cos(\dfrac{\pi}{2} + \varphi_{RL}) = -\sin\varphi_{RL} = -\dfrac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}$; $Z_C = Z_L$.

$$\Rightarrow U^2 = [Z_C^2 + \frac{R^2Z_L^2}{R^2+Z_L^2} - 2Z_C\frac{RZ_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}.\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}]I^2$$

$$\Rightarrow U^2 = \left[Z_L^2 + \frac{R^2Z_L^2}{R^2+Z_L^2} - 2\frac{RZ_L^2}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}.\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}\right]I^2 = \left(\frac{Z_L^4}{R^2+Z_L^2}\right)I^2$$

$$\Rightarrow U = \frac{Z_L^2}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}I;\ I = \frac{\sqrt{R^2+Z_L^2}}{Z_L^2}U$$

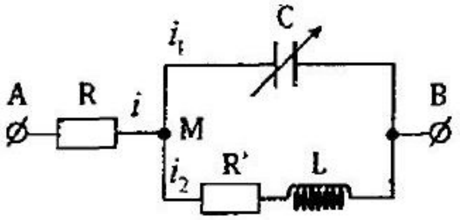
$$\Rightarrow U_{RL} = \frac{RZ_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}.\frac{\sqrt{R^2+Z_L^2}}{Z_L^2}U = \frac{R}{Z_L}U$$

Dòng điện qua R là: $I_R = \dfrac{U_{RL}}{R} = \dfrac{U}{Z_L}$: I_R *không* phụ thuộc R.

(Các giản đồ vectơ tương tự trường hợp 7)

Vậy: Có ba trường hợp I_R không phụ thuộc R là (6), (7) và (8).

28. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây:



f = 50Hz; R = R' = 50Ω;

L = 0,092H ≈ $\dfrac{\sqrt{3}}{6\pi}$H (cuộn thuần cảm).

a) Khi điện dung có giá trị $C_1 = 55{,}1\mu F \approx \frac{\sqrt{3}}{\pi}.10^{-4}F$ thì công suất tiêu thụ

điện trở thuần R là 100 W.

- Hãy tính cường độ các dòng điện.
- Lập biểu thức cường độ tức thời các dòng điện. Chọn pha của u_{MN} làm gốc vẽ

b) Định giá trị C_2 của điện dung để u_C cùng pha với u_{AB}.

Bài giải

a) Cường độ dòng điện hiệu dụng và biểu thức của các dòng điện

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{\sqrt{3}}{6\pi}.100\pi = \frac{100\sqrt{3}}{6}\Omega$; $Z_{C_1} = \frac{1}{C_1\omega} = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{\pi}.10^{-4}.100\pi} = \frac{100}{\sqrt{3}}\Omega$.

- Công suất tiêu thụ trên điện trở thuần R là: $P = RI^2$.

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{100}{50}} = \sqrt{2}A$$

- Xét đoạn mạch MB, ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$.

với: $I_1 = \frac{U_{MB}}{Z_{C_1}} = \frac{U_{MB}\sqrt{3}}{100}$; $I_2 = \frac{U_{MB}}{Z_2} = \frac{U_{MB}}{\sqrt{50^2 + \left(\frac{100\sqrt{3}}{6}\right)^2}} = \frac{\sqrt{3}U_{MB}}{100}$

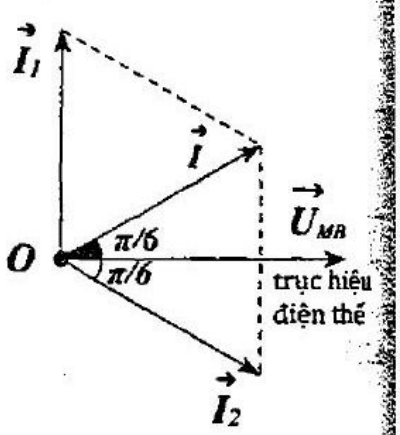
i_1 sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

i_2 trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{MB} ($\tan\varphi_2 = \frac{-Z_L}{R'} = \frac{-100\sqrt{3}}{6.50} = \frac{-\sqrt{3}}{3}$)

- Giản đồ vectơ các cường độ dòng điện như sau:
- Từ giản đồ, ta có: $I_1 = I_2$ và góc hợp giữa $\vec{I_1}$ và $\vec{I_2}$ là $\frac{2\pi}{3}$ nên $I = I_1 = I_2 = \sqrt{2}A$

$\Rightarrow I_0 = I_{01} = I_{02} = \sqrt{2}.\sqrt{2} = 2A$

- Biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện:



$i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A) = 2\cos(314t + 0{,}523)(A)$

$i_2 = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(A) = 2\cos(314t - 0{,}523)(A)$

$i_1 = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A) = 2\cos(314t + 1{,}57)(A)$

Vậy:

- Cường độ hiệu dụng của các dòng điện là: $I = I_1 = I_2 = \sqrt{2}A$.

Biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện là:

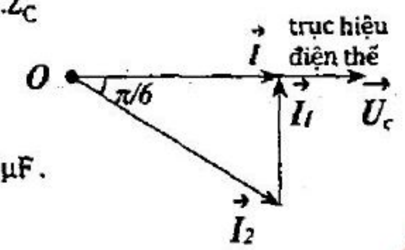
$i = 2\cos(314t + 0,523)(A)$; $i_1 = 2\cos(314t + 1,57)(A)$; $i_2 = 2\cos(314t - 0,523)(A)$

Giá trị C_2 của điện dung để u_C cùng pha với u_{AB}

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}_C$.

u_C cùng pha với u_{AB} khi u_C cùng pha với u_R, tức là u_C phải cùng pha với i.

Từ giản đồ, ta có: $\sin\frac{\pi}{6} = \frac{I_C}{I_2} = \frac{Z_2}{Z_C} \Leftrightarrow 0,5 = \frac{100}{\sqrt{3}.Z_C}$.

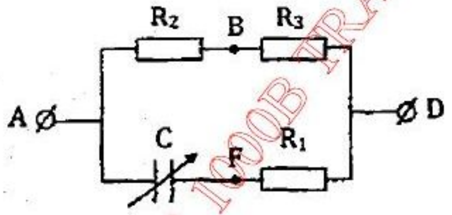


$\Rightarrow Z_C = \frac{100}{0,5\sqrt{3}} = 115,47\Omega$

$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.115,47} = 2,75.10^{-5}F = 27,5\mu F$.

Vậy: Để u_C cùng pha với u_{AB} thì $C_2 = 27,5\,\mu F$.

9. Cho mạch điện xoay chiều có sơ đồ như sau: $R_1 = R_2 = R_3 = R$; C: điện dung thay đổi được của một tụ điện; $u_{AD} = U_0\cos\omega t$ (V).



Trong giản đồ vectơ quay của mạch, quỹ tích các điểm biểu diễn điện thế của F là đường gì khi cho C biến thiên từ 0 đến ∞ (lấy điện thế của A bằng 0).

Tính biên độ và góc lệch pha so với u_{AD} của hiệu điện thế u_{FB}.

Tính giá trị của C để có u_{FB}: cùng, ngược, lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AD}.

Cho $R = 50,0\Omega$; $\omega = 300\text{rad.s}^{-1}$.

Tìm điều kiện để các cường độ hiệu dụng I_1, I_2 trong hai nhánh bằng nhau. Khi đó, tính I và góc lệch pha của dòng này so với u_{AD}.

Cho biết: $U_{AD} = 100V$; $R = 50,5\Omega$.

Bài giải

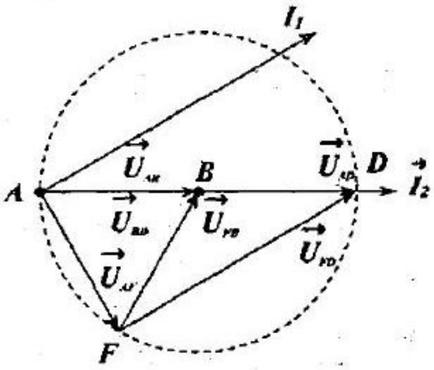
Quỹ tích các điểm biểu diễn điện thế của F trên giản đồ vectơ

Hiệu điện thế tức thời hai đầu đoạn mạch:

$u_{AD} = u_{AB} + u_{BD} = u_{AF} + u_{FD}$

$\Leftrightarrow \vec{U}_{AD} = \vec{U}_{AB} + \vec{U}_{BD} = \vec{U}_{AF} + \vec{U}_{FD}$

Vì $R_2 = R_3 \Rightarrow U_{AB} = U_{BD} = I_2R_2$; u_{AB} và u_{BD} cùng pha nhau nên $U_{AD} = 2U_{AB}$.



- Khi C thay đổi, U_{AB} và U_{BD} không đổi, $\vec{U}_{AF}$ luôn vuông pha với $\vec{U}_{FD}$. Do đó, kh biến thiên từ 0 đến $0 \to \infty$ thì quỹ tích điểm F là nửa đường tròn tâm B, b kính AD.

b) Biên độ và góc lệch pha của u_{FB} so với u_{AD}

Ta có: $u_{FB} = u_{FA} + u_{AB} \Rightarrow \vec{U}_{FB} = \vec{U}_{AB} - \vec{U}_{AF} = \vec{U}_{R_2} - \vec{U}_C$

Từ giản đồ vectơ, ta có:

+ U_{FB} là trung tuyến của tam giác AFB nên: $U_{FB} = \dfrac{U_{AB}}{2} \Rightarrow U_{0FB} = \dfrac{U_0}{2}$.

+ Góc lệch pha của u_{FB} so với u_{AD}: $\varphi' = \widehat{ABF} = 2\widehat{ADF} = 2\arctan\dfrac{U_{AF}}{U_{DF}}$

$$\Rightarrow \varphi' = 2\arctan\frac{Z_C}{R_1} = 2\arctan\frac{1}{R\omega C}.$$

Vậy: Biên độ và góc lệch pha của u_{FB} so với u_{AD} là $\dfrac{U_0}{2}$ và $2\arctan\dfrac{1}{R\omega C}$.

c) Giá trị của C để có u_{FB} và u_{AD} cùng pha, ngược pha, lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$

- Trường hợp 1: Vì u_{FB} cùng pha với $u_{AD} \Leftrightarrow u_{FB}$ cùng pha với u_{AB}.

Khi đó: $U_{AF} = 0 \Leftrightarrow U_C = I_1 Z_C = \dfrac{UZ_C}{\sqrt{\dfrac{R_1^2}{Z_C^2} + 1}} = 0$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow C = \infty.$$

- Trường hợp 2: Vì u_{FB} ngược pha với $u_{AD} \Leftrightarrow i_1$ vuông pha với u_{AD}.

$$\Rightarrow \tan\varphi_1 = \frac{Z_C}{R_1} = \infty \Leftrightarrow \frac{1}{R_1 C\omega} = \infty \Rightarrow C = 0.$$

- Trường hợp 3:

Vì u_{FB} lệch pha $\pi/2$ so với $u_{AD} \Leftrightarrow \Delta$ ABF vuông tại B và $U_{AB} = U_{BF} = U_{FD}$.

$$\Rightarrow \widehat{BAF} = \frac{\pi}{4}$$

Tam giác AFD: $\tan\dfrac{\pi}{4} = \dfrac{U_{FD}}{U_{AF}} = \dfrac{R_1}{Z_C} = 1 \Rightarrow Z_C = R_1 = 50\Omega$.

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{300.50} = 6{,}67.10^{-5}F$$

Vậy: Để u_{FB} và u_{AD} cùng pha thì $C = \infty$; để u_{FB} và u_{AD} ngược pha thì C = 0; để và u_{AD} vuông pha thì C = 6,67.10⁻⁵F.

Điều kiện để các cường độ hiệu dụng I_1, I_2 trong hai nhánh bằng nhau

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mỗi nhánh: $I_1 = \frac{U}{Z_1}$; $I_2 = \frac{U}{Z_2}$.

Khi $I_1 = I_2 \Leftrightarrow Z_1 = Z_2 \Leftrightarrow R_1^2 + Z_C^2 = \left(R_2 + R_3\right)^2$

$\Rightarrow Z_C^2 = 3R^2 \Leftrightarrow \frac{1}{C^2\omega^2} = 3R^2 \Leftrightarrow CR\omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính:

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

với $I_2 = \frac{U_{AD}}{Z_2} = \frac{U_{AD}}{2R} = \frac{100}{2.50,5} = \frac{100}{101}(A)$

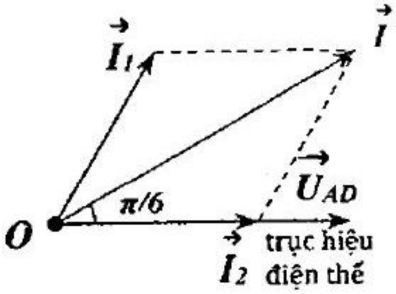
i_2 cùng pha với u_{AD}; i_1 sớm pha φ_1 so với u_{AD}:

$\tan\varphi_1 = \frac{Z_C}{R_1} = \frac{R\sqrt{3}}{R} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{3}$.

Giản đồ vectơ về các cường độ dòng điện như sau:

Từ giản đồ vectơ này ta có:

$I = 2I_1\cos\frac{\pi}{6} = I_1\sqrt{3} = \frac{100}{101}.\sqrt{3} = 1,714(A)$



Vì $I_1 = I_2$, góc lệch pha giữa $\vec{I_1}$ và $\vec{I_2}$ là $\pi/3$ nên i sớm pha $\pi/6$ so với u_{AD}.

Vậy: Điều kiện để $I_1 = I_2$ là $CR\omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$, lúc đó

$I = 1,714A$ và góc lệch pha giữa i và u_{AD} là $\frac{\pi}{6}$.

30. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ sau:

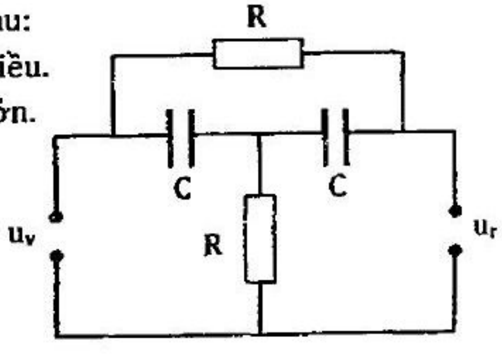
Hiệu điện thế vào u_v là hiệu điện thế xoay chiều.

Hiệu điện thế ra u_r đặt vào tải có Z vô cùng lớn.

Tính:

Tần số góc ω_0 của u_v để u_v và u_r cùng pha.

Tỉ số $\frac{U_r}{U_v}$ ứng với tần số đó.

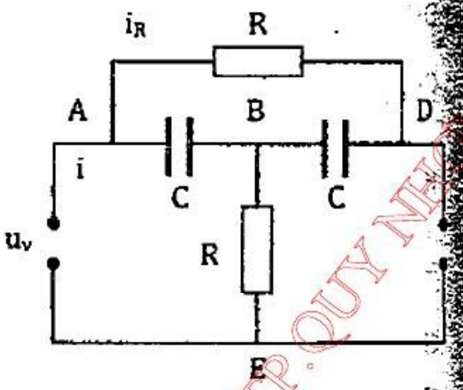


Bài giải

Tần số góc ω_0 của u_v để u_v và u_r cùng pha

Giản đồ vectơ kết hợp của mạch điện được vẽ như sau:

Vẽ $\vec{I}_R$, $\vec{U}_{AD}$ nằm ngang ($\vec{I}_R$, $\vec{U}_{AD}$ cùng pha).



- Vẽ $\vec{U}_{DB}$ vuông góc với $\vec{I}_R$ (vì tải có Z vô cùng lớn nên dòng điện qua tải rất nhỏ: $I_{DB} = I_R$).
- Vẽ $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AD} + \vec{U}_{DB}$, vẽ $\vec{I}_C = \vec{I}_{AB}$ vuông góc với $\vec{U}_{AB}$.
- Để u_v (u_{AE}) cùng pha với u_r (u_{DE}) thì $\vec{U}_{DE}$ phải cùng hướng với $\vec{I}_R$ ($\vec{U}_{AE} = \vec{U}_{AD} + \vec{U}_{DE}$). Vì $i_{BRE} = i_R + i_C = i \Rightarrow \vec{I}$ và $\vec{U}_{BE}$ cùng hướng (hình vẽ).

Ta có: $U_{AD} = I_R R$; $U_{DB} = I_R Z_C$; $U_{AB} = I_C Z_C$; $U_{BE} = RI$

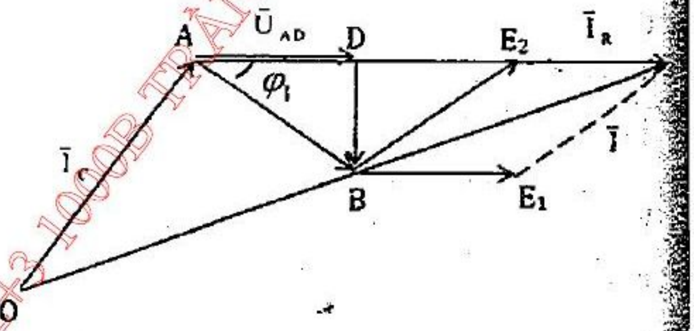
$\overrightarrow{BE} = \overrightarrow{BE_1} + \overrightarrow{BE_2} \Leftrightarrow R\vec{I} = R\vec{I}_R + R\vec{I}_C$

Từ đó, hai tam giác vuông ABD và AE_2B đồng dạng nên:

$$\frac{AB}{BE_2} = \frac{AD}{BD} \Leftrightarrow \frac{I_C Z_C}{I_C R} = \frac{I_R R}{I_R Z_C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_C}{R} = \frac{R}{Z_C} \Rightarrow R = Z_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{1}{RC}$$



Vậy: Để u_v và u_r cùng pha thì $\omega = \dfrac{1}{RC}$.

b) Tỉ số $\dfrac{U_r}{U_v}$ ứng với $\omega = \dfrac{1}{RC}$

Ta cũng có: $U_{AD} = RI_R = Z_C I_R = U_{DB}$

$\Rightarrow \Delta ADB$ vuông cân: $\varphi_1 = \dfrac{\pi}{4} \Rightarrow \Delta ABE_2$ vuông cân.

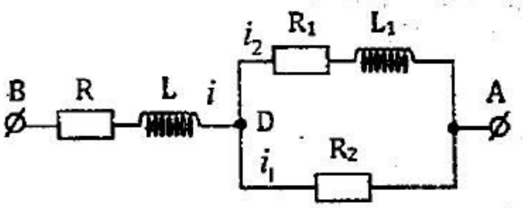
Suy ra: $AD = DE_2 = BE_1 = E_2E \Rightarrow DE = \dfrac{2}{3}AE$

$\Rightarrow U_r = \dfrac{2}{3}U_v$ hay $\dfrac{U_r}{U_v} = \dfrac{2}{3}$

Vậy: Khi $\omega = \dfrac{1}{RC}$ thì $\dfrac{U_r}{U_v} = \dfrac{2}{3}$.

31. Đoạn mạch có sơ đồ như hình bên: L, L_1: các cuộn cảm; R, R_1, R_2: điện trở thuần.

Định R_2 theo các đại lượng khác của đoạn mạch để i_1 và u có pha vuông góc với nhau.



i_2
R_1
L_1
B
R
L
i
D
A
i_1
R_2

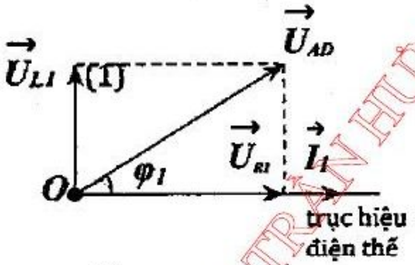
Bài giải

Xét đoạn mạch AD: **R_2 // (R_1L_1)**:

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$

với $I_1 = \dfrac{U_{AD}}{\sqrt{R_1^2 + Z_{L_1}^2}}$; i_1 trễ pha so với u_{AD} một góc φ_1:

$$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}};\ \sin\varphi_1 = \frac{Z_{L_1}}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}} \qquad (1)$$



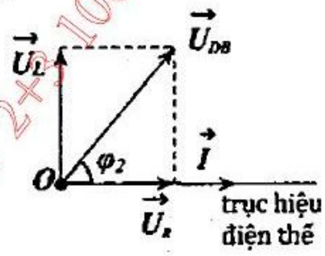
$\vec{U}_{L1}$
$\vec{U}_{AD}$
$\vec{U}_{R1}$
$\vec{I}_1$
O
φ_1
trục hiệu điện thế

và $I_2 = \dfrac{U_{AD}}{R_2}$; i_2 cùng pha với u_{AD}.

Mặt khác: $u_{AB} = u_{AD} + u_{DB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AD} + \vec{U}_{DB}$ (2)

với: $U_{DB} = I\sqrt{R^2+Z_L^2}$; u_{DB} sớm pha so với i một góc φ_2:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}};\ \sin\varphi_2 = \frac{Z_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}} \qquad (3)$$

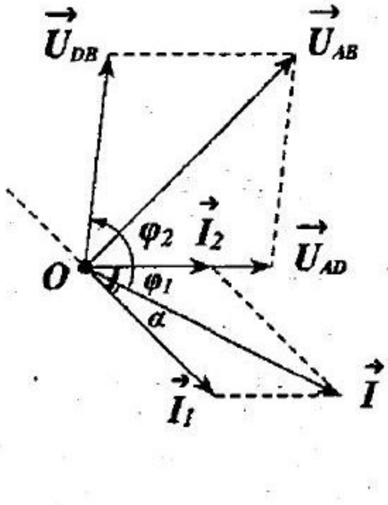


$\vec{U}_L$
$\vec{U}_{DB}$
$\vec{I}$
O
φ_2
$\vec{U}_R$
trục hiệu điện thế

$$U_{AD} = I_2R_2 = I_1\sqrt{R_1^2 + Z_{L_1}^2}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{I_2R_2}{\sqrt{R_1^2 + Z_{L_1}^2}} \qquad (4)$$

Giản đồ vectơ kết hợp của mạch điện như sau:



$\vec{U}_{DB}$
$\vec{U}_{AB}$
φ_2
$\vec{I}_2$
$\vec{U}_{AD}$
O
φ_1
α
$\vec{I}$
$\vec{I}_1$

Vì u_{AB} vuông pha với i_1 nên $\vec{U}_{AB} \perp \vec{I}_1$.

Chiếu (2) lên trục $\vec{I}_1$, ta được:

$$0 = U_{AD}\cos\varphi_1 + U_{DB}\cos(\varphi_2 + \alpha) \qquad (5)$$

Áp dụng định lí hàm số cosin trong tam giác OI_2I, ta được:

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos\varphi_1$$

$$\Leftrightarrow I^2 = \frac{I_2^2R_2^2}{R_1^2+Z_{L_1}^2} + I_2^2 + 2\frac{I_2R_2}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}}I_2.\frac{R_1}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}}$$

$$\Leftrightarrow I^2 = I_2^2\left(\frac{R_2^2+R_1^2+Z_{L_1}^2+2R_1R_2}{R_1^2+Z_{L_1}^2}\right) = I_2^2\left(\frac{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}{R_1^2+Z_{L_1}^2}\right)$$

$$\Rightarrow U_{DB} = I\sqrt{R^2+Z_L^2} = I_2\sqrt{\frac{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}{R_1^2+Z_{L_1}^2}}.\sqrt{R^2+Z_L^2} \qquad (6)$$

- Áp dụng định lí hàm số sin trong tam giác OII_1, ta được:

$$\frac{I_2}{\sin\alpha} = \frac{I}{\sin(\pi-\varphi_1)} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{I_2\sin\varphi_1}{I}$$

$$\Leftrightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}.\frac{Z_{L_1}}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}} = \frac{Z_{L_1}}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}$$

$$\text{và } \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{Z_{L_1}^2}{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}} = \frac{R_1+R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}$$

$$\cos(\varphi_2+\alpha) = \cos\varphi_2\cos\alpha - \sin\varphi_2\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \cos(\varphi_2+\alpha) = \frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}.\frac{R_1+R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}} - \frac{Z_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}.\frac{Z_{L_1}}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}$$

$$\Leftrightarrow \cos(\varphi_2+\alpha) = \frac{1}{\sqrt{R^2+Z_L^2}.\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}\left[R(R_1+R_2)-Z_LZ_{L_1}\right] \qquad (7)$$

- Thay các biểu thức (1), (4), (6), (7) vào (5), ta được:

$$I_2R_2\frac{R_1}{\sqrt{R_1^2+Z_{L_1}^2}}$$

$$= I_2\sqrt{\frac{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}{R_1^2+Z_{L_1}^2}}.\sqrt{R^2+Z_L^2}.\frac{1}{\sqrt{R^2+Z_L^2}.\sqrt{(R_1+R_2)^2+Z_{L_1}^2}}\left[Z_LZ_{L_1}-R(R_1+R_2)\right.$$

$$\Rightarrow R_2R_1 = \left[Z_LZ_{L_1}-R(R_1+R_2)\right] \Leftrightarrow R_2(R_1+R) = Z_LZ_{L_1}-RR_1$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{L_1L\omega^2-RR_1}{R+R_1};$$

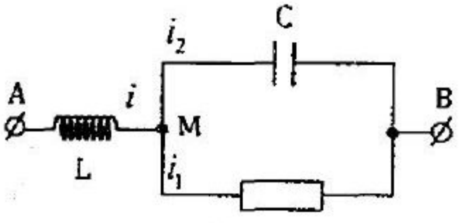
Điều kiện: $R_2 > 0$ nên $L_1L\omega^2 > RR_1$.

Vậy: Để i_1 và u có pha vuông góc nhau thì $R_2 = \dfrac{L_1L\omega^2-RR_1}{R+R_1}$ với $L_1L\omega^2 > RR$

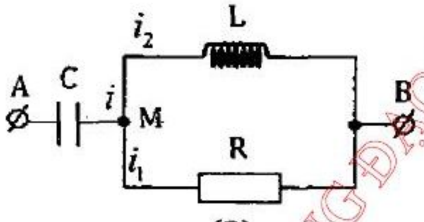
432. Cho các đoạn mạch sau đây được đặt vào giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều tần số góc ω.

(L cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L; R, R': các điện trở thuần)

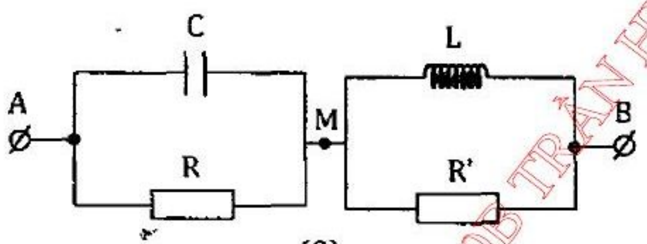
Với mỗi đoạn mạch, hãy tìm hệ thức mà các đại lượng R, R', L, C, ω phải nghiệm đúng để cường độ dòng điện trong mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}.


C
i_2
A
i
M
B
L
i_1

(1)


L
i_2
A
C
i
M
B
R
i_1

(2)



(3)

Bài giải

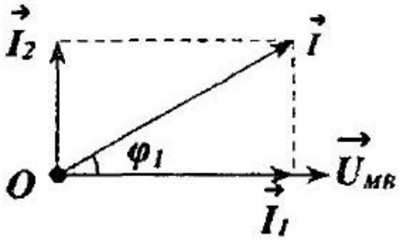
Mạch điện (1):

+ Xét đoạn mạch MB (R//C):

Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$

với $I_1 = \frac{U_{MB}}{R}$, i_1 cùng pha với u_{MB}.

$I_2 = \frac{U_{MB}}{Z_C}$, i_2 sớm pha $\pi/2$ so với u_{MB}.


$\vec{I_2}$
$\vec{I}$
φ_1
O
$\vec{U}_{MB}$
$\vec{I_1}$

Giản đồ vectơ về các cường độ dòng điện như hình vẽ.

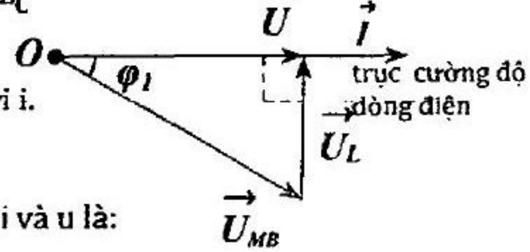
Ta có: $I^2 = I_1^2 + I_2^2 \Leftrightarrow \frac{1}{Z_1^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{Z_C^2}$

i sớm pha φ_1 so với u_{MB}: $\sin\varphi_1 = \frac{I_2}{I} = \frac{Z_1}{Z_C}$.

+ Xét đoạn mạch AM (L nt (R//C)):

Ta có: $U_{AM} = IZ_L$; u_L sớm pha $\pi/2$ so với i.

và $\vec{U} = \vec{U}_L + \vec{U}_{MB}$.


$\vec{U}$
$\vec{I}$
O
φ_1
trục cường độ dòng điện
$\vec{U_L}$
$\vec{U}_{MB}$

Để u và i cùng pha thì góc lệch pha giữa i và u là: $\varphi = 0$.

Giản đồ vectơ tương ứng như hình vẽ sau:

$U_L = U_{MB}\sin\varphi_1 \Rightarrow Z_L = Z_1\sin\varphi_1$

$$\Leftrightarrow Z_L = Z_1.\frac{Z_1}{Z_C} \Leftrightarrow Z_LZ_C = Z_1^2 = \frac{R^2Z_C^2}{R^2+Z_C^2}$$

$$\Leftrightarrow Z_LR^2 + Z_LZ_C^2 = R^2Z_C \Leftrightarrow R^2(Z_L - Z_C) + Z_LZ_C^2 = 0$$

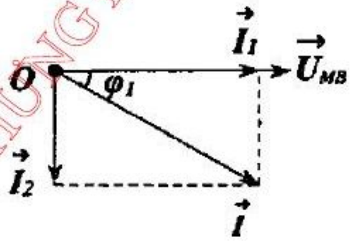
$$\Leftrightarrow R^2\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) + L\omega\frac{1}{C^2\omega^2} = 0$$

$$\Leftrightarrow CR^2\left(LC\omega^2 - 1\right) + L = 0$$

Vậy: Với mạch điện (1), để i và u cùng pha thì $CR^2\left(LC\omega^2 - 1\right) + L = 0$.

- Mạch điện (2):
  + Xét đoạn mạch MB (R//L):

    Ta có: $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I_1} + \vec{I_2}$



    với: $I_1 = \frac{U_{MB}}{R}$; i_1 cùng pha với u_{MB}.

    $I_2 = \frac{U_{MB}}{Z_L}$; i_2 trễ pha $\pi/2$ so với u_{MB}.

    Giản đồ vectơ về các cường độ dòng điện như hình vẽ.

    Ta có: $I^2 = I_1^2 + I_2^2 \Leftrightarrow \frac{1}{Z_1^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{Z_L^2}$

    i trễ pha φ_1 so với u_{MB}: $\sin\varphi_1 = \frac{I_2}{I} = \frac{Z_2}{Z_L}$.

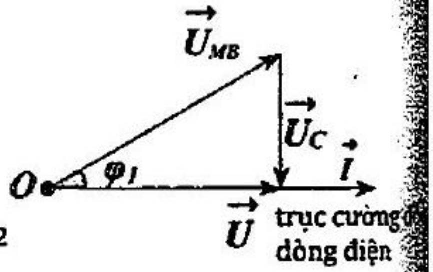
  + Xét đoạn mạch AM (C nt (R//L)):

    Ta có: $U_{AM} = IZ_C$; u_C trễ pha $\pi/2$ so với i.

    $\vec{U} = \vec{U}_C + \vec{U}_{MB}$

    Để u và i cùng pha thì góc lệch pha giữa i và u là: $\varphi = 0$.

    Giản đồ vectơ tương ứng như hình vẽ sau:



    $U_C = U_{MB}\sin\varphi_1 \Rightarrow Z_C = Z_2\sin\varphi_1$

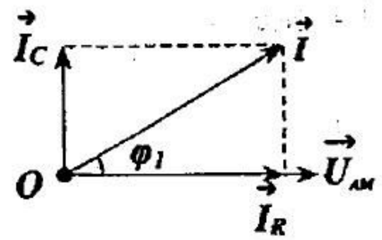
$$\Leftrightarrow Z_C = Z_2.\frac{Z_2}{Z_L} \Leftrightarrow Z_LZ_C = Z_2^2 = \frac{R^2Z_L^2}{R^2+Z_L^2}$$

$$\Leftrightarrow Z_C = \frac{R^2Z_L}{R^2+Z_L^2} \Leftrightarrow \frac{1}{C\omega}.R^2 + \frac{1}{C\omega}.L^2\omega^2 = L\omega R^2$$

$$\Leftrightarrow R^2\left(LC\omega^2 - 1\right) - L^2\omega^2 = 0$$

Vậy: Với mạch điện (2), để i và u cùng pha thì: $R^2\left(LC\omega^2 - 1\right) - L^2\omega^2 = 0$.

Mạch điện (3):



+ Xét đoạn mạch AM (R//C):

Đặt $U_{AM} = U_1$.

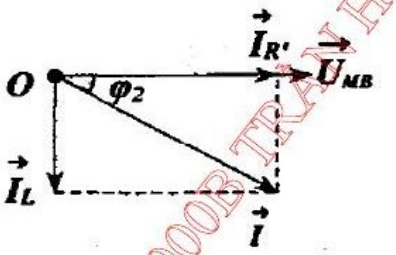
Ta có: $i = i_R + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L$.

với $\vec{I}_R \begin{cases} I_R = \dfrac{U_1}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$; $\vec{I}_C \begin{cases} I_C = \dfrac{U_1}{Z_C} \\ \varphi_{i_C} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

Giản đồ vectơ cho các cường độ dòng điện như hình bên:

với: i sớm pha φ_1 so với u_{AM}.

và $I^2 = I_R^2 + I_C^2 \Leftrightarrow \dfrac{U_1^2}{Z_1^2} = \dfrac{U_1^2}{R^2} + \dfrac{U_1^2}{Z_C^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_1^2} = \dfrac{1}{R^2} + \dfrac{1}{Z_C^2}$



+ Xét đoạn mạch MB (R'//L): Đặt $U_{MB} = U_2$.

Ta có: $i = i_{R'} + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_{R'} + \vec{I}_L$

với $\vec{I}_{R'} \begin{cases} I_{R'} = \dfrac{U_2}{R'} \\ \varphi_{i_{R'}} = 0 \end{cases}$; $\vec{I}_L \begin{cases} I_L = \dfrac{U_2}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

Giản đồ vectơ cho các cường độ dòng điện như hình bên:

với i trễ pha φ_2 so với u_{AM}.

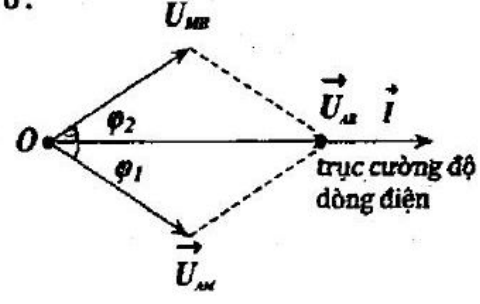
Và $I^2 = I_{R'}^2 + I_L^2 \Leftrightarrow \dfrac{U_1^2}{Z_1^2} = \dfrac{U_1^2}{R'^2} + \dfrac{U_1^2}{Z_L^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_2^2} = \dfrac{1}{R'^2} + \dfrac{1}{Z_L^2}$

+ Xét đoạn mạch AB (AM nt MB):

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$

Giản đồ vectơ cho toàn mạch như sau:

Từ giản đồ vectơ, để i và u cùng pha: $\varphi = 0$.



$\Leftrightarrow U_1 \sin\varphi_1 = U_2 \sin\varphi_2$

với $\sin\varphi_1 = \dfrac{I_C}{I} = \dfrac{Z_1}{Z_C}$; $\sin\varphi_2 = \dfrac{I_L}{I} = \dfrac{Z_2}{Z_L}$;

$U_1 = IZ_1$; $U_2 = IZ_2$

$\Rightarrow IZ_1 . \dfrac{Z_1}{Z_C} = IZ_2 . \dfrac{Z_2}{Z_L} \Leftrightarrow \dfrac{Z_1^2}{Z_C} = \dfrac{Z_2^2}{Z_L}$

$\Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_C} . \dfrac{R^2 Z_C^2}{R^2 + Z_C^2} = \dfrac{1}{Z_L} . \dfrac{R'^2 Z_L^2}{R'^2 + Z_L^2} \Leftrightarrow \dfrac{R^2 Z_C}{R^2 + Z_C^2} = \dfrac{R'^2 Z_L}{R'^2 + Z_L^2}$

+ Nếu R = R' thì $\frac{Z_C}{R^2+Z_C^2} = \frac{Z_L}{R^2+Z_L^2} \Leftrightarrow R^2Z_C + Z_CZ_L^2 = R^2Z_L + Z_LZ_C^2$.

$$\Leftrightarrow R^2(Z_L - Z_C) = Z_LZ_C(Z_L - Z_C) \Leftrightarrow R^2 = L\omega.\frac{1}{C\omega} = \frac{L}{C}$$

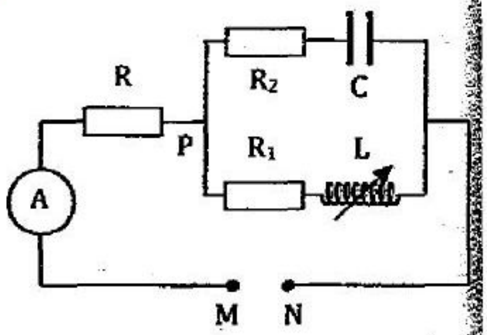
$$\Rightarrow R = R' = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Vậy: Với mạch điện (3), để i và u cùng pha thì: $R = R' = \sqrt{\frac{L}{C}}$ $(\forall\omega)$.

4.33. Cho đoạn mạch xoay chiều sau:

$R = 50\Omega$; $R_1 = 40\Omega$; $R_2 = 30\Omega$;

$C = 79{,}6\mu F \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}F$; L: cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm thay đổi; $u_{AB} = U_0\cos\omega t$ (ω thay đổi). Ampe kế A luôn chỉ 2A.



a) Tính cường độ các dòng điện với $\omega = 100\pi(rad/s)$ và $L = 0{,}095H \approx \frac{3}{10\pi}H$.

b) Tính công suất của cả đoạn mạch AB.

c) Với L có giá trị xác định, hãy tính ω theo R_1, R_2, L và C để u_{MP} cùng pha với u

Bài giải

a) Tính cường độ các dòng điện

Ta có: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{3}{10\pi} = 30\Omega$;

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-3}}{4\pi}} = 40\Omega.$$

- Xét nhánh (1) của đoạn mạch PN:

  Ta có: $u_{PN} = u_{R1} + u_L \Rightarrow \vec{U}_{PN} = \vec{U}_{R_1} + \vec{U}_L$.

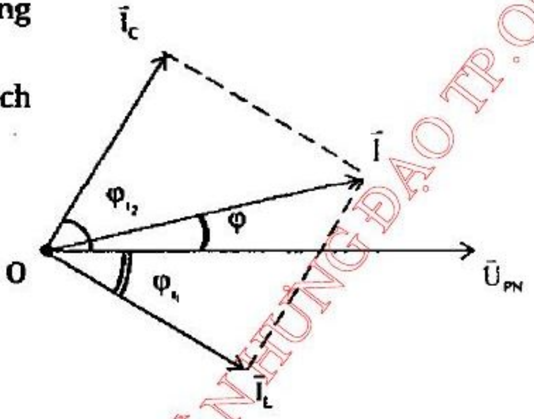
$$\vec{I}_1\begin{cases} I_1 = \frac{U_{PN}}{\sqrt{R_1^2+Z_L^2}} \\ \varphi_{i_1} \end{cases}$$; với $\tan\varphi_{i_1} = -\frac{Z_L}{R_1} = -\frac{30}{40} = -\frac{3}{4}$: i_1 trễ pha φ_{i_1} so với u_{PN}.

- Xét nhánh (2) của đoạn mạch PN:

  Ta có: $u_{PN} = u_{R2} + u_C \Rightarrow \vec{U}_{PN} = \vec{U}_{R_2} + \vec{U}_C$.

$\vec{I}_2\begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{PN}}{\sqrt{R_2^2+Z_C^2}} \\ \varphi_{i_2} \end{cases}$; với $\tan\varphi_{i_2} = \dfrac{Z_C}{R_2} = \dfrac{40}{30} = \dfrac{4}{3}$: i_2 sớm pha φ_{i_2} so với u_{PN}.

Vì $\tan\varphi_{i_1} = -\dfrac{1}{\tan\varphi_{i_2}}$ nên $\vec{I}_1$ và $\vec{I}_2$ vuông pha nhau. Giản đồ vectơ cho đoạn mạch PN như hình bên.



Từ giản đồ, ta có:

$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 \Rightarrow I^2 = I_1^2 + I_2^2$

Vì $Z_1 = Z_2 = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega$

$\Rightarrow I_1 = I_2$, suy ra:

$I^2 = 2I_1^2 \Rightarrow I_1 = \dfrac{I}{\sqrt{2}} = \dfrac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}A = 1{,}41A$

Vậy: Cường độ hiệu dụng của các dòng điện là I = 2A; $I_1 = I_2 = 1{,}41A$.

Công suất cả đoạn mạch AB

Ta có: $P = P_R + P_{R1} + P_{R2} = RI^2 + R_1I_1^2 + R_2I_2^2$

$\Rightarrow P = 50.2^2 + 40.\sqrt{2}^2 + 30.\sqrt{2}^2 = 340W$

Vậy: Công suất cả đoạn mạch AB là P = 340W.

Xác định ω theo R_1, R_2, L và C để u_{MP} cùng pha với u_{PN}

Xét đoạn mạch MP, ta có: i và u_{MP} cùng pha (đoạn mạch chỉ có R). Do đó, điều kiện u_{MP} cùng pha với u_{PN} tương đương với điều kiện i cùng pha với u_{PN}. Hay $\varphi = 0$.

Mặt khác, từ giản đồ, ta có: $\tan\varphi = \dfrac{I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2\sin\varphi_{i_2}}{I_1\cos\varphi_{i_1} + I_2\cos\varphi_{i_2}}$.

$\Rightarrow \varphi = 0 \Leftrightarrow I_1\sin\varphi_{i_1} + I_2\sin\varphi_{i_2} = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{U_{PN}}{\sqrt{R_1^2+Z_L^2}}\left(-\frac{Z_L}{\sqrt{R_1^2+Z_L^2}}\right) + \frac{U_{PN}}{\sqrt{R_2^2+Z_C^2}}\left(\frac{Z_C}{\sqrt{R_2^2+Z_C^2}}\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_L}{R_1^2+Z_L^2} = \frac{Z_C}{R_2^2+Z_C^2} \Leftrightarrow Z_L(R_2^2+Z_C^2) = Z_C(R_1^2+Z_L^2)$$

$$\Leftrightarrow \omega L\left(R_2^2+\frac{1}{\omega^2C^2}\right) = \frac{1}{\omega C}(R_1^2+\omega^2L^2)$$

$$\Leftrightarrow \omega LR_2^2 + \frac{L}{\omega C^2} = \frac{R_1^2}{\omega C} + \frac{\omega L^2}{C}$$

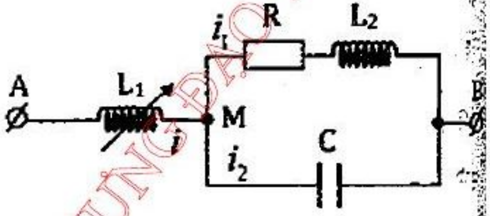
$$\Leftrightarrow \omega^2LC(CR_2^2-L)=CR_1^2-L$$

$$\Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{CR_1^2-L}{CL(CR_2^2-L)}}$$

Vậy: Để u_{MP} và u_{PN} cùng pha thì $\omega=\sqrt{\dfrac{CR_1^2-L}{CL(CR_2^2-L)}}$.

4.34. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ sau:

$u_{AB}=U\sqrt{2}\cos\omega t$; R: điện trở thuần; $C=\dfrac{1}{R\omega}$; L₁: độ tự cảm biến thiên được của cuộn thuần cảm, L₂: độ tự cảm của cuộn thuần cảm; $L_2=\dfrac{R}{\omega}$.



a) Điều chỉnh $L_1=\dfrac{2R}{\omega}$. Tính các hiệu điện thế U₁ và U₂ giữa hai đầu L₁ và C. Lậ biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Tính L₁ để dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB}.

Bài giải

a) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm L₁, hai đầu tụ C và biểu th cường độ tức thời của dòng điện mạch chính

Ta có: $Z_{L_2}=\omega L=\omega.\dfrac{R}{\omega}=R$; $Z_C=\dfrac{1}{\omega C}=\dfrac{1}{\omega.\dfrac{1}{R\omega}}=R$; $Z_{L_1}=\omega L_1=\omega.\dfrac{2R}{\omega}=2R$.

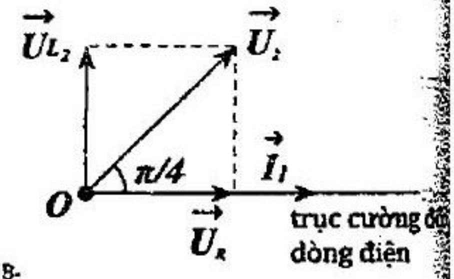
- Xét đoạn mạch MB [(R, L₂) // C]: Đặt $U_{MB}=U_2$.

Ta có: $i=i_1+i_2\Rightarrow \vec{I}=\vec{I_1}+\vec{I_2}$

với: $I_1=\dfrac{U_2}{Z_1}$; $Z_1=\sqrt{R^2+Z_{L_2}^2}=R\sqrt{2}$;

i₁ trễ pha π/4 so với u_{MB}.

$I_2=\dfrac{U_2}{Z_C}=\dfrac{U_2}{R}=\sqrt{2}I_1$; i₂ sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.



Giản đồ vectơ về các cường độ dòng điện như hình vẽ.

Từ giản đồ vectơ này ta có: Vì $I_2=I_1\sqrt{2}$ nên $I=I_1=\dfrac{U_2}{R\sqrt{2}}$

$$I^2=I_2^2-I_1^2\Leftrightarrow \frac{1}{Z_{MB}^2}=\frac{1}{Z_C^2}-\frac{1}{Z_1^2}=\frac{1}{R^2}-\frac{1}{(R\sqrt{2})^2}=\frac{1}{2R^2}$$

$\Rightarrow Z_{MB}^2 = 2R^2$ (1)

$\Rightarrow$ i sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với u_2.

Xét đoạn mạch AB (AB, MB):

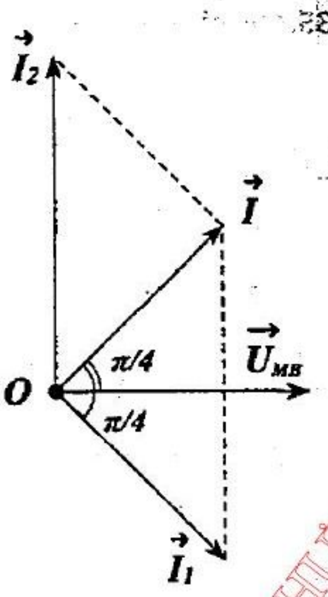
Đặt $U_{AM} = U_1$.

Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2$

với $U_1 = IZ_{L_1} = \frac{U_2}{R\sqrt{2}}.2R = U_2\sqrt{2}$

$\Rightarrow u_1$ sớm pha $\pi/2$ so với i.

Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế như hình bên:



$\vec{I}_2$
$\vec{I}$
$\vec{U}_{MB}$
O
π/4
π/4
$\vec{I}_1$

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2\cos\frac{\pi}{4}$$

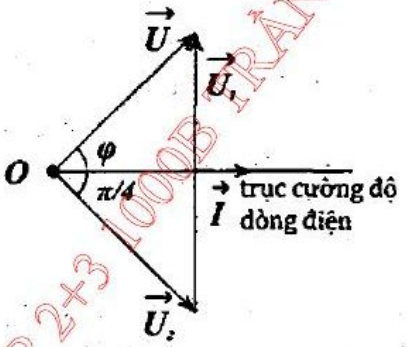
$$= \left(U_2\sqrt{2}\right)^2 + U_2^2 - 2U_2\sqrt{2}.U_2\frac{1}{\sqrt{2}} = U_2^2$$

$\Rightarrow U_2 = U$ và $U_1 = U\sqrt{2}$.

Do đó: $\vec{U} \perp \vec{U}_2 \Rightarrow$ u sớm pha $\pi/4$ so với i.

Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = \frac{U\sqrt{2}}{R\sqrt{2}} = \frac{U}{R}$; $\varphi = -\frac{\pi}{4}$.

$\Rightarrow i = \frac{U}{R}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A)



$\vec{U}$
$\vec{U}_1$
φ
O
π/4
$\vec{I}$ trục cường độ dòng điện
$\vec{U}_2$

Vậy:

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu L_1 và hai đầu C là $U_1 = U\sqrt{2}$ và $U_2 = U$.

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính là

$i = \frac{U}{R}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

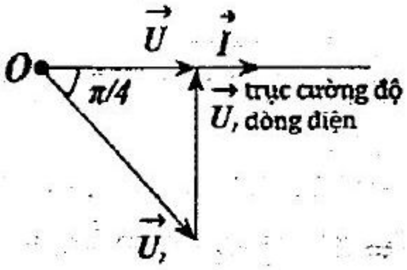
) Giá trị của L_1 để i cùng pha với u_{AB}

Khi i cùng pha với u_{AB}: $\varphi = 0 \Rightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_1$ (hình vẽ).

$\Rightarrow U_1 = U_2\sin\frac{\pi}{4} \Leftrightarrow IZ_{L_1} = IZ_{MB}.\frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow Z_{L_1}^2 = \frac{Z_{MB}^2}{2}$ (2)

Thay (1) vào (2) ta được:

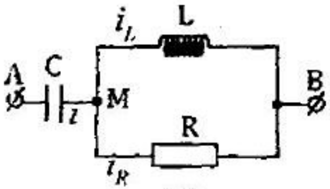
$Z_{L_1}^2 = \frac{2R^2}{2} = R^2 \Leftrightarrow \omega^2L_1^2 = R^2 \Rightarrow L_1 = \frac{R}{\omega}$



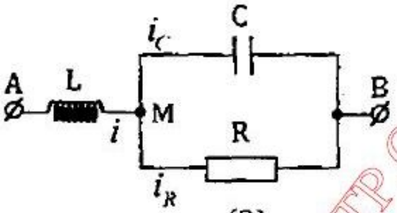
O
$\vec{U}$
$\vec{I}$
π/4
$\vec{U}_1$ trục cường độ dòng điện
$\vec{U}_2$

Vậy: Để i và u_{AB} cùng pha thì $L_1 = \frac{R}{\omega}$.

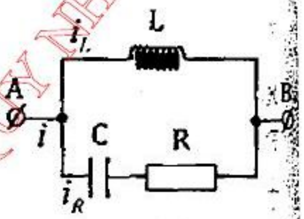
4.35. Cho các mạch điện sau đây:



(1)



(2)



(3)

Cho biết: $U_{AB} = U$ (hiệu điện thế hiệu dụng). Với mỗi mạch điện, hãy:

a) Lập hệ thức liên hệ giữa L, C, f để dòng điện mạch chính không phụ thuộc R.

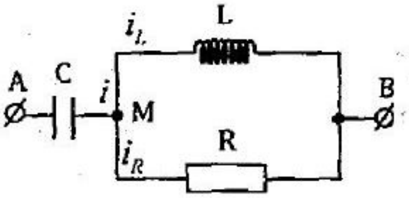
b) Tính theo U cường độ dòng điện của mạch chính.

Bài giải

- Mạch điện (1):

a) Hệ thức liên lạc giữa L, C, f để dòng điện mạch chính không phụ thuộc R

+ Xét đoạn mạch MB (R//L):



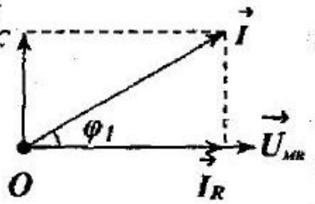
(1)

Ta có: $i = i_R + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L$

với $I_L = \dfrac{U_{MB}}{Z_L}$; i_L trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB}.

$I_R = \dfrac{U_{MB}}{R}$; i_R cùng pha với u_{MB}.

Giản đồ vectơ cho dòng điện như sau:



$$\vec{I}_R \begin{cases} I_R = \dfrac{U_{MB}}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases} ; \vec{I}_L \begin{cases} I_L = \dfrac{U_{MB}}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\dfrac{\pi}{2} \end{cases}$$

Ta có: $I^2 = I_R^2 + I_L^2 \Leftrightarrow \dfrac{U_{MB}^2}{Z_1^2} = \dfrac{U_{MB}^2}{R^2} + \dfrac{U_{MB}^2}{Z_L^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_1^2} = \dfrac{1}{R^2} + \dfrac{1}{Z_L^2}$

i trễ pha φ_1 so với u_{MB}; $\sin\varphi_1 = \dfrac{Z_1}{Z_L}$.

+ Xét đoạn mạch AM: $U_{AM} = U_C = IZ_C$; u_C trễ pha $\pi/2$ so với i.

+ Xét đoạn mạch AB (AM, MB):

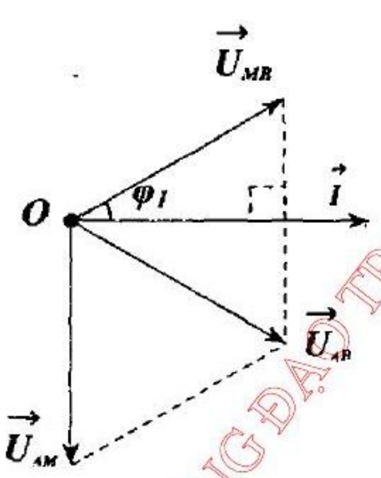
Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

Giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế trong toàn mạch như sau:

Áp dụng định lí hàm số cosin trong tam giác, ta có:

$$U_{AB}^2 = U_{MB}^2 + U_C^2 - 2U_{MB}U_C\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)$$

$$\Leftrightarrow Z^2 = Z_1^2 + Z_C^2 - 2Z_1Z_C\sin\varphi_1$$



$$\Leftrightarrow Z^2 = Z_1^2 + Z_C^2 - 2Z_1Z_C\frac{Z_1}{Z_L} = Z_C^2 + Z_1^2\left(1 - \frac{2Z_C}{Z_L}\right)$$

Vì $Z_1^2 = \dfrac{R^2Z_L^2}{R^2+Z_L^2}$ nên để I không phụ thuộc R thì

$$1 - \frac{2Z_C}{Z_L} = 0 \Leftrightarrow Z_L = 2Z_C \Leftrightarrow 2\pi^2f^2LC = 1$$

Vậy: Để I không phụ thuộc R thì $2\pi^2f^2LC = 1$.

Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch

Khi đó: $Z = Z_C$ nên: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{Z_C} = UC\omega$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là $I = UC\omega$.

Mạch điện (2):

Hệ thức liên hệ giữa L, C, f để dòng điện mạch chính không phụ thuộc R

+ Xét đoạn mạch MB (R // C):

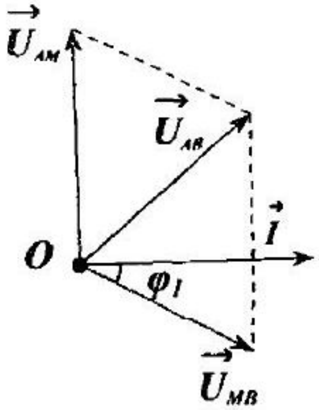
Ta có: $i = i_R + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_C$, với $\vec{I}_R\begin{cases} I_R = \dfrac{U_{MB}}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$; $\vec{I}_C\begin{cases} I_C = \dfrac{U_{MB}}{Z_C} \\ \varphi_{i_L} = \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$

và $I^2 = I_R^2 + I_C^2 \Leftrightarrow \dfrac{U_{MB}^2}{Z_1^2} = \dfrac{U_{MB}^2}{R^2} + \dfrac{U_{MB}^2}{Z_C^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{Z_1^2} = \dfrac{1}{R^2} + \dfrac{1}{Z_C^2} \Rightarrow Z_1^2 = \dfrac{R^2Z_C^2}{R^2+Z_C^2}$

i sớm pha φ_1 so với u_{MB}, $\sin\varphi_1 = \dfrac{Z_1}{Z_C}$.

+ Xét đoạn mạch AM:

$U_{AM} = U_L = IZ_L$; u_L sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i.



Ta có: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$.

Áp dụng định lí hàm số cosin trong tam giác, ta có:

$$U_{AB}^2 = U_{MB}^2 + U_L^2 - 2U_{MB}U_L\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)$$

$$\Leftrightarrow Z^2 = Z_1^2 + Z_L^2 - 2Z_1Z_L\sin\varphi_1$$

$$\Leftrightarrow Z^2 = Z_1^2 + Z_L^2 - 2Z_1Z_L\frac{Z_1}{Z_C} = Z_L^2 + Z_1^2\left(1 - \frac{2Z_L}{Z_C}\right)$$

Vì $Z_1^2 = \dfrac{R^2Z_C^2}{R^2+Z_C^2}$ nên để I không phụ thuộc R thì:

$$1-\frac{2Z_L}{Z_C}=0 \Leftrightarrow Z_C=2Z_L \Leftrightarrow \frac{1}{2\pi fC}=4\pi fL \Rightarrow 8\pi^2f^2LC=1$$

Vậy: Để I không phụ thuộc R thì $8\pi^2f^2LC=1$.

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính

Ta có: $Z=Z_L$ nên $I=\frac{U}{Z}=\frac{U}{Z_L}=\frac{U}{L\omega}$.

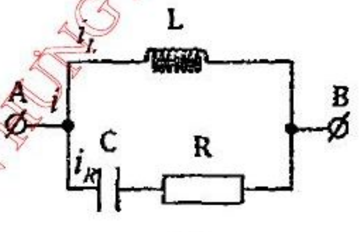
Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là $I=\frac{U}{L\omega}$.

- Mạch điện (3):

a) Hệ thức liên hệ giữa L, C, f để dòng điện mạch chính không phụ thuộc R

Ta có: $i=i_1+i_2 \Rightarrow \vec{I}=\vec{I_1}+\vec{I_2}$

với $I_1=\frac{U}{Z_1}=\frac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$



(3)

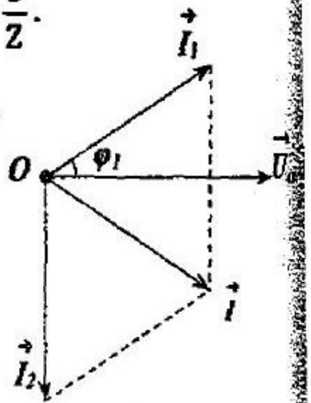
i_1 sớm pha φ_1 so với u_{AB}, $\sin\varphi_1=\frac{Z_C}{Z_1}$

$I_2=\frac{U}{Z_L}$, i_2 trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AB}

Từ giản đồ vectơ, ta có: $I^2=i_1^2+I_2^2-2I_1I_2\sin\varphi_1$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{Z^2}=\frac{1}{Z_1^2}+\frac{1}{Z_L^2}-2.\frac{1}{Z_L}.\frac{1}{Z_1}.\frac{Z_C}{Z_1}=\frac{1}{Z_L^2}+\frac{1}{Z_1^2}\left(1-\frac{2Z_C}{Z_L}\right)$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính là: $I=\frac{U}{Z}$.



Điều kiện để $I\in R \Leftrightarrow Z\in R \Leftrightarrow Z_L=2Z_C \Leftrightarrow L\omega=\frac{2}{C\omega}$

$\Rightarrow 2\pi^2f^2LC=1$

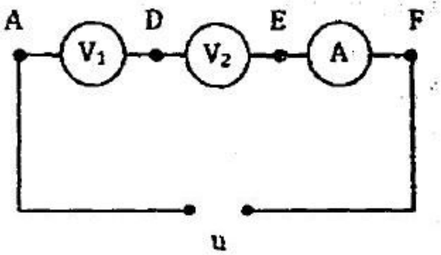
Vậy: Để I không phụ thuộc R thì $2\pi^2f^2LC=1$.

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính

Ta có: $I=\frac{U}{Z}=\frac{U}{Z_L}=\frac{U}{L\omega}$.

Vậy: Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là $I=\frac{U}{L\omega}$.

4.36. Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ. Hai đầu A, B của mạch điện nối với mộ nguồn điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng không đổi $U_{AB}=100V$ và c tần số f thay đổi được. Hai vôn kế xoay chiều V_1 và V_2 có điện trở rất lớn (co như lớn vô cùng), ampe kế A và các dây nối có điện trở không đáng kể.



Mắc vào hai chốt A và D một tụ điện có điện dung C và mắc vào hai chốt D, E một cuộn cảm có độ tự cảm L, điện trở R và cho tần số $f = f_0 = 250Hz$. Người ta thấy vôn kế V_1 chỉ $U_1 = 200V$, vôn kế V_2 chỉ $U_2 = 100\sqrt{3}$ V, ampe kế chỉ 1A. Tính các giá trị C, L, R của mạch.

Thay hai linh kiện trên bằng hai linh kiện khác (thuộc loại điện trở, tụ điện, cuộn dây) thì số chỉ của các dụng cụ đo vẫn như trước, và hơn nữa khi thay đổi tần số f của nguồn điện thì số chỉ ampe kế giảm đi.

Hỏi đã mắc các linh kiện nào vào các chốt nói trên và giải thích tại sao? Tìm các giá trị R', L', C' (nếu có) của mạch và độ lệch pha giữa u_{AD} và u_{DE}.

Giữ nguyên tần số $f = f_0 = 250Hz$ và mắc thêm hai linh kiện nữa giống hệt hai linh kiện của câu trên vào mạch. Hỏi phải mắc thế nào để thỏa mãn một trong hai yêu cầu sau:

+ Số chỉ các vôn kế vẫn như trước, nhưng số chỉ của ampe kế tăng lên gấp đôi hoặc giảm đi một nửa. Trong các trường hợp đó, nếu thay đổi tần số f của nguồn điện thì số chỉ của ampe kế thay đổi như thế nào?
+ Số chỉ của hai vôn kế là như nhau. Tìm số chỉ của ampe kế, vôn kế, cường độ hiệu dụng của dòng điện qua các linh kiện và độ lệch pha giữa i và u_{AB} khi đó.

Bài giải

Tính các giá trị C, L, R của mạch

Từ số chỉ của các dụng cụ đo, ta có:

$$Z_C = \frac{U_1}{I} = \frac{200}{1} = 200\Omega;$$

$$Z_d = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \frac{U_2}{I} = \frac{100\sqrt{3}}{1} = 100\sqrt{3}\Omega \text{ và } Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100\Omega$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} R^2+(Z_L-Z_C)^2 = 100^2 \\ R^2+Z_L^2 = 3.100^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} R^2+Z_L^2-2Z_LZ_C+Z_C^2 = 100^2 \\ R^2+Z_L^2 = 3.100^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow 2Z_LZ_C - Z_C^2 = 2.100^2 \Leftrightarrow 400Z_L = 2.100^2 + 200^2 = 6.100^2$$

$$\Rightarrow Z_L = 150\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{150}{2\pi.250} = 0,0955H$$

$$R = \sqrt{3.100^2 - Z_L^2} = \sqrt{3.100^2 - 150^2} = 86,6\Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{2\pi.250.200} \approx 3,18.10^{-6}F$$

Vậy: Các giá trị C, L, R của mạch là $C = 3,18.10^{-6}F$; $L = 0,0955H$ và $R = 86,6\Omega$.

b) Khi thay hai linh kiện trên bằng linh kiện khác

- Khi thay hai linh kiện trên bằng hai linh kiện khác mà số chỉ các dụng cụ đo như trước thì hai linh kiện mới phải là L' (có điện trở thuần R') và C'.
- Khi thay hai linh kiện trên bằng hai linh kiện khác mà nếu thay đổi tần số f số chỉ ampe kế giảm nghĩa là lúc đầu (tần số f_0) đã có cộng hưởng điện.

  Từ đó phải mắc cuộn cảm vào hai chốt A, D; phải mắc tụ điện vào hai chốt D,

  Suy ra:

$$Z_{L'} = Z_{C'} = \frac{U_2}{I} = \frac{100\sqrt{3}}{1} = 100\sqrt{3}\Omega;\ R' = \frac{U}{I} = \frac{100}{1} = 100\Omega$$

$$\Rightarrow L' = \frac{Z_{L'}}{\omega} = \frac{100\sqrt{3}}{500\pi} \approx 0{,}11H;\ C' = \frac{1}{\omega Z_{C'}} = \frac{1}{500\pi.100\sqrt{3}} \approx 3{,}08.10^{-6}F$$

- Vì i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{DE} và trễ pha $\frac{\pi}{3}$ so với u_{AD} nên u_{AD} sớm pha $\frac{5\pi}{6}$ so với u_{DE}.

  Vậy: Phải mắc vào mạch hai linh kiện: cuộn cảm (L' = 0,11H, R' = 100Ω) vào hai chốt A, D; mắc tụ điện (C' = $3{,}08.10^{-6}$F) vào hai chốt D, E. Độ lệch pha giữa u_{AD} và u_{DE} lúc đó là $\frac{5\pi}{6}$.

- Khi mắc thêm hai linh kiện nữa:
  - + Để thỏa mãn yêu cầu 1: Số chỉ các vôn kế vẫn như trước, nhưng số chỉ của ampe kế tăng lên gấp đôi hoặc giảm đi một nửa
  - * Để số chỉ ampe kế tăng lên gấp đôi, cách mắc là: (L'//L") nt (C' nt C") hoặc (L' nt C")//(L" nt C").
  - * Để số chỉ ampe kế giảm đi một nửa, cách mắc là: (L' nt L") nt (C' // C").

  Vì với f = f_0: cộng hưởng điện nên khi thay đổi f thì số chỉ ampe kế giảm.

  - + Để thỏa mãn yêu cầu 2: Số chỉ của hai vôn kế là như nhau
  - * Cách mắc là (L' // C') nt (L" // C") hoặc (L' nt L" nt C' nt C").
  - * Với cách mắc 1: (L' // C') nt (L" // C").

    Ta có: Số chỉ ampe kế: $I = \frac{1}{4\sqrt{3}} = 0{,}15A$; số chỉ vôn kế: 50V; $I_C = 0{,}29A$;

    $I_d = 0{,}25A$; i sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{AE}.

  - * Với cách mắc 2: (L' nt L" nt C' nt C"). Ta có: i trễ pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{AD}, i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{DE} nên u_{AD} sớm pha $(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2}) = \frac{2\pi}{3}$ so với u_{DE}.

    Và $U_{AD} = U_{DE} = U = 100V$; i sớm pha $\frac{\pi}{6}$ so với u_{AB} nên các vôn kế đều chỉ 100V; $I_d = 0{,}5A$, $I_C = 0{,}58A = I$ = số chỉ ampe kế.

hần thứ ba

SẢN XUẤT, TRUYỀN TẢI VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN NĂNG

huyên đề 5:

CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN

TÓM TẮT KIẾN THỨC

Máy phát điện

Máy phát điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng khác (nhiệt năng, cơ năng, ...) thành điện năng.

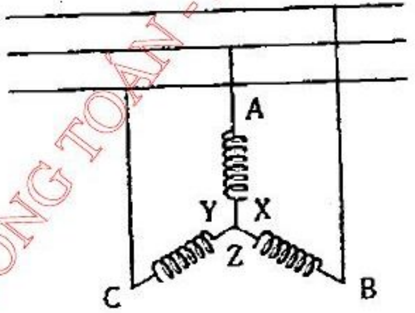
Cấu tạo: Gồm hai bộ phận chính: *phần cảm* (tạo ra từ trường) và *phần ứng* (trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng). Phần cảm hoặc phần ứng có thể là roto (phần quay) hoặc stato (phần đứng yên).

Nguyên tắc hoạt động: Dựa vào *hiện tượng cảm ứng điện từ*: Khi từ thông qua một vòng dây biến thiên điều hòa ($\Phi_1 = \Phi_0\cos\omega t$) thì trong khung dây (N vòng) xuất hiện suất điện động xoay chiều ($e = -N\Phi_1' = -\omega N\Phi_0\sin\omega t = \omega N\Phi_0\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$). Nếu phần cảm của máy có p cặp cực từ và quay với tốc độ n vòng trên giây thì tần số dòng điện do máy tạo ra là: f = np.

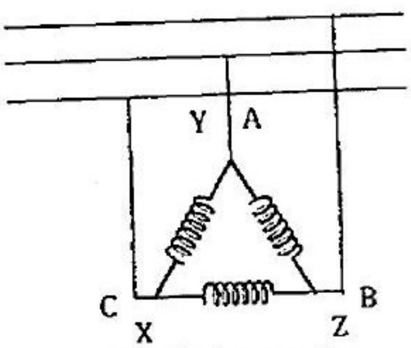
Có *hai loại* máy phát điện: *một pha* và *ba pha*. Với máy phát điện ba pha, dòng điện do máy tạo ra là dòng ba pha, khi truyền tải, sử dụng người ta có thể mắc các pha dòng điện với nhau thành hình sao hoặc hình tam giác:

+ Khi mắc hình sao: $I_d = I_p$; $U_d = \sqrt{3}\,U_p$ (nguồn, tải đối xứng).
+ Khi mắc hình tam giác: $I_d = \sqrt{3}\,I_p$; $U_d = U_p$ (nguồn, tải đối xứng).

Công suất của máy phát điện: $P = UI\cos\varphi$ (một pha); $P = 3U_pI_p\cos\varphi$ (ba pha).



Mắc hình sao



Mắc hình tam giác

2. Động cơ điện

Động cơ điện là thiết bị biến đổi điện năng thành cơ năng (quạt điện, máy bơm nước...).

- *Cấu tạo:* Gồm hai bộ phận chính: *stato* (các cuộn dây), *roto* (khung dây dẫ Với động cơ không đồng bộ ba pha, stato gồm ba cuộn dây giống nhau đặt lệ nhau 120° trên một vòng tròn; roto gồm nhiều khung dây ghép lại làm thà một cái lồng hình trụ (roto lồng sóc).
- *Nguyên tắc hoạt động*: Dựa vào *hiện tượng cảm ứng điện từ* và việc sử dụng *trường quay*.
- *Công suất của động cơ*: $P = UI\cos\varphi$ (một pha); $P = 3U_pI_p\cos\varphi$ (ba pha).

  Ngoài ra, công suất hao phí do tỏa nhiệt trên động cơ: $P = rI^2$.

3. Máy biến thế

- *Máy biến thế* là thiết bị dùng để biến đổi hiệu điện thế của dòng điện xo chiều.
- *Cấu tạo*: Gồm hai bộ phận chính: *Lõi chung* (dạng hình khung làm bằng sắt m có pha silic) và *hai cuộn dây* (có số vòng khác nhau quấn trên lõi chung): cu nối với nguồn điện gọi là cuộn *sơ cấp*, cuộn nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn *th cấp*.
- *Nguyên tắc hoạt động*: Dựa vào *hiện tượng cảm ứng điện từ*: Khi nối cuộn cấp vào nguồn điện xoay chiều, từ thông qua hai cuộn dây đều biến thiên, tro hai cuộn dây đều xuất hiện suất điện động cảm ứng:

  $e_1 = E_{01}\sin\omega t$; $e_2 = E_{02}\sin\omega t$

  $$\Rightarrow \frac{e_2}{e_1} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

  + Nếu bỏ qua điện trở các cuộn dây thì: $U_1 = E_1$; $U_2 = E_2$ nên:

    $$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

  + Nếu bỏ qua điện năng hao phí trong máy thì: $P_1 = P_2$ (hay $U_1I_1 = U_2I_2$) nên:

    $$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

  (các đại lượng có chỉ số 1 ứng với cuộn sơ cấp; các đại lượng có chỉ số 2 ứng v cuộn thứ cấp)

B. NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

1. Với các bài toán về ***máy phát điện*** cần chú ý:

- Các công thức liên quan đến máy phát điện xoay chiều một pha:
  + Tần số dòng điện: $f = np$ (p là số cặp cực từ phần cảm của máy).
  + Từ thông cực đại: $\Phi_0 = NBS$.
  + Suất điện động cực đại: $E_0 = \omega\Phi_0 = \omega NBS$.
  + Biểu thức suất điện động tức thời: $e = E_0\sin\omega t$.
- Các công thức liên quan đến mạch điện xoay chiều: Tổng trở, định luật Ôm lệch pha, công suất...

Với máy phát điện ba pha cần chú ý các công thức của hai cách mắc: mắc hình sao ($I_d = I_p$; $U_d = \sqrt{3}U_p$), mắc hình tam giác ($I_d = \sqrt{3}\,I_p$; $U_d = U_p$); công suất máy phát điện ba pha: $P = 3U_pI_p\cos\varphi$.

2. Với các bài toán về ***động cơ điện*** cần chú ý:

Các công thức tính công suất, hiệu suất của động cơ:

$P = UI\cos\varphi$ (một pha), $P = 3U_pI_p\cos\varphi$ (ba pha); $H = \dfrac{P}{P+P_{nh}} < 1$ ($P_{nh} = RI^2$: công suất nhiệt).

Cách mắc động cơ ba pha vào mạng điện: mắc *hình sao* hay mắc *hình tam giác*.

Với các bài toán về ***máy biến thế*** cần chú ý:

Nếu biến thế và lõi lí tưởng ($r_1 = r_2 = 0$) và không phân nhánh ($\phi_1 = \phi_2$) thì:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Nếu biến thế lí tưởng ($r_1 = r_2 = 0$) hoặc mạch thứ cấp để hở và lõi không phân nhánh thì:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

Nếu biến thế không lí tưởng ($r_1, r_2 \neq 0$), lõi lí tưởng và không phân nhánh thì:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Nếu biến thế hoàn toàn lí tưởng nhưng phân nhánh thì $\phi_1 \neq \phi_2$. Nếu các đường sức từ chia đều cho hai nhánh thì $\phi_2 = \frac{1}{2}\phi_1$ (ϕ_1 là từ thông gửi qua cuộn sơ cấp, ϕ_2 là từ thông gửi qua cuộn thứ cấp) thì:

$$\frac{e_1}{e_2} = 2\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = k.$$

Hiệu suất máy biến thế: $H = \dfrac{P'}{P} < 1$.

(P là công suất đưa vào cuộn sơ cấp, P' là công suất lấy ra ở cuộn thứ cấp:
$P' = P - P_{nh}$, P_{nh} là công suất hao phí do tỏa nhiệt trên máy).

CÁC BÀI TẬP VỀ CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN

1. Một máy dao điện nhỏ có phần ứng là một cuộn dây có N = 1000 vòng, diện tích mỗi vòng dây $S = 50cm^2$. Cuộn dây quay quanh trục có tần số 50 vòng/giây; trục quay vuông góc với các đường cảm ứng của một từ trường đều $\vec{B}$ (B = 0,1T). Máy được nối với mạch ngoài là một cuộn dây có điện trở hoạt

động $R = 120\Omega$, độ tự cảm $L = 0{,}159H = \frac{1}{2\pi}H$. Bỏ qua điện trở hoạt động

cảm kháng trong máy.

a) Tính suất điện động hiệu dụng của máy.

b) Tính cường độ dòng điện trong mạch.

c) Cuộn dây mạch ngoài được đặt trong một bình nhiệt lượng kế có nhiệt du
không đáng kể chứa 1kg nước. Tính độ tăng nhiệt độ của nước trong mỗi ph
Biết nhiệt dung riêng của nước c = 4,18 kJ/(kg.độ).

Bài giải

Ta có: $S = 50cm^2 = 50.10^{-4}m^2$, f = 50Hz.

a) Suất điện động hiệu dụng của máy

Ta có: $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega NBS}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi.50.1000.0{,}1.50.10^{-4}}{\sqrt{2}} \approx 110V$.

Vậy: Suất điện động hiệu dụng của máy là E = 110V.

b) Cường độ dòng điện trong mạch

- Vì bỏ qua điện trở hoạt động của máy nên: $U = E - Ir \approx E = 110V$.
- Tổng trở của mạch ngoài: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{120^2 + (2\pi.50.\frac{1}{2\pi})^2} = 130\Omega$.
- Cường độ dòng điện chạy trong mạch ngoài là: $I = \frac{U}{Z} = \frac{110}{130} = 0{,}85A$.

Vậy: Cường độ dòng điện trong mạch là I = 0,85A.

c) Độ tăng nhiệt độ của nước trong mỗi phút

- Điện năng tiêu thụ ở mạch ngoài trong thời gian t = 1 phút là:

$A = Pt = RI^2t = 120.(0{,}85)^2.60 = 5202J$

- Nhiệt lượng tỏa ra trong bình nhiệt lượng kế là:

$Q = mc\Delta t = 1.4{,}18.10^3.\Delta t = 4180\Delta t$

- Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có: Q = A.

$\Leftrightarrow 4180\Delta t = 5202 \Rightarrow \Delta t = \frac{5202}{4180} \approx 1{,}24^0C$.

Vậy: Độ tăng nhiệt độ của nước trong mỗi phút là 1,24°C.

5.2. Một trạm thủy điện nhỏ hoạt động nhờ thác nước chiều cao h = 4m, lưu lư
nước $0{,}96m^3$/phút. Tuabin nước có hiệu suất $H_1 = 80\%$ làm quay một m
dao điện có hiệu suất $H_2 = 90\%$. Phần cảm của máy là một nam châm có
cặp cực và rôto quay với tần số 5 vòng/giây. Hiệu điện thế và cường độ dò
điện ở mạch ngoài lần lượt là U = 120V; I = 4,8A. Cho g = 10 m/s².

a) Tính công suất do máy cung cấp cho mạch ngoài.

b) Mạch ngoài được coi như điện trở thuần R nối tiếp với cuộn dây thuần cảm
Tính R, L.

Bài giải

Công suất do máy cung cấp cho mạch ngoài

Gọi m là khối lượng của nước chảy xuống. Ta có:

$$P = H_1.H_2.mgh = 0,8.0,9.\frac{0,96}{60}.1000.10.4 = 460,8W$$

Vậy: Công suất do máy cung cấp cho mạch ngoài là P = 460,8W.

Điện trở thuần R và hệ số tự cảm L của mạch

Ta có: $f = np = 5.10 = 50Hz$.

$$P = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{460,8}{4,8^2} = 20\Omega.$$

Tổng trở của mạch ngoài: $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{U}{I} = \frac{120}{4,8} = 25$.

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{25^2 - 20^2} = 15\Omega.$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{15}{2\pi.50} = \frac{1,5}{\pi}H \approx 0,048H.$$

Vậy: $R = 20\Omega$, $L = 0,048H$.

Một máy phát điện xoay chiều nhỏ; mỗi vòng của khung dây diện tích $S = 900cm^2$ và máy gồm N = 200 vòng dây, quay đều trong một từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,05T với tần số 50 vòng/s (trục quay nằm trong mặt phẳng khung và vuông góc với các đường cảm ứng từ). Điện trở thuần và độ tự cảm của khung dây không đáng kể. Khung dây được nối với mạch ngoài bằng một hệ thống vành khuyên và chổi quét.

Viết biểu thức suất điện động cảm ứng và tính suất điện động hiệu dụng của máy.

Mạch ngoài là một điện trở thuần R nhúng trong một bình nhiệt lượng kế chứa 1kg nước (nhiệt dung của bình rất nhỏ). Nhiệt độ nước tăng thêm 3°C sau 70 giây. Nhiệt dung riêng của nước là c = 4200J/(kg.độ). Tính R và biểu thức cường độ tức thời qua R.

Mắc nối tiếp với R một cuộn dây thuần cảm L thì nhiệt độ nước chỉ tăng thêm 1,5°C sau 70 giây. Tính L và biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua mạch, biểu thức hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây.

Bài giải

Biểu thức suất điện động cảm ứng và suất điện động hiệu dụng của máy

Từ thông cực đại: $\Phi_0 = NBS = 120.0,05.900.10^{-4} = 0,54Wb$.

Với: $\omega = 2\pi f = 2\pi.50 = 100\pi(rad/s)$,

$\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = \omega t = 100\pi t \Rightarrow \Phi = NBS\cos\omega t = 0,54\cos100\pi t(Wb)$.

- Biểu thức suất điện động cảm ứng tức thời ở thời điểm t được xác định bởi:

  $e = -\Phi'_t = E_0\sin\omega t$

  với: $E_0 = \omega NBS = \omega\Phi_0 = 100\pi.0,54 = 169,6V$.

  $\Rightarrow e = 169,6\sin100\pi t(V)$.

- Suất điện động hiệu dụng của máy: $E = \dfrac{E_0}{\sqrt{2}} = \dfrac{169,6}{\sqrt{2}} \approx 120V$.

  Vậy: Biểu thức suất điện động cảm ứng và suất điện động hiệu dụng của máy
  $e = 169,6\sin100\pi t(V)$ và $E = 120V$.

b) Tính R và biểu thức cường độ tức thời qua R

- Tính R:
  - + Điện năng tiêu thụ ở mạch ngoài trong thời gian t = 70 giây là: $A = Pt = 70$
  - + Nhiệt lượng tỏa ra trong bình nhiệt lượng kế là:
    $Q = mc\Delta t = 1.4200.3 = 12600J$.
  - + Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có: $Q = A$.

  $\Leftrightarrow 12600 = 70P \Rightarrow P = \dfrac{12600}{70} = 180W$.

  - + Mặt khác: $P = UI\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{P}{U\cos\varphi} = \dfrac{180}{120.1} = 1,5A$.

    Mà: $P = RI^2 \Rightarrow R = \dfrac{P}{I^2} = \dfrac{180}{1,5^2} = 80\Omega$.

- Biểu thức cường độ dòng điện tức thời:
  - + Vì điện trở thuần và độ tự cảm của khung dây không đáng kể nên:
    $u = e = 169,6\sin100\pi t(V)$.
  - + Ta có: $I_0 = I\sqrt{2} = 1,5\sqrt{2} = 2,12A$; $\varphi = 0$ (vì mạch ngoài chỉ có R).

  $\Rightarrow i = 2,12\sin100\pi t(A)$.

  Vậy: $R = 80\Omega$ và $i = 2,12\sin100\pi t(A)$.

c) Tính L và viết biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua mạch, biểu thức
điện thế tức thời hai đầu cuộn dây

- Tính L:
  - + Điện năng tiêu thụ ở mạch ngoài trong thời gian t = 70 giây là:
    $A' = P't = 70P'$.
  - + Nhiệt lượng tỏa ra trong bình nhiệt lượng kế là:
    $Q' = mc\Delta t' = 1.4200.1,5 = 6300J$.
  - + Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có: $Q' = A'$.

  $\Leftrightarrow 6300 = 70P' \Rightarrow P' = \dfrac{6300}{70} = 90W$.

Mặt khác: $P' = RI'^2 \Rightarrow I' = \sqrt{\frac{P'}{R}} = \sqrt{\frac{90}{80}} = 1,06A$.

Mà: $I' = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \Leftrightarrow \sqrt{80^2 + Z_L^2} = \frac{U}{I'} = 80\sqrt{2} \Rightarrow Z_L = 80\Omega$.

$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{80}{100\pi} = \frac{0,8}{\pi} = 0,255H$.

Biểu thức cường độ dòng điện tức thời:

Ta có:

$+ I_0' = I'\sqrt{2} = 1,06.\sqrt{2} = 1,5A$.

$+ \quad \tan\varphi' = \frac{Z_L}{R} = \frac{80}{80} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4} \Rightarrow i' = 1,5\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A)$.

Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây:

Ta có:

$+ U_{0L} = I_0 Z_L = 1,5.80 = 120V$.

$+ \quad \varphi_{u_L/i} = \frac{\pi}{2}$.

Từ $i' = 1,5\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A)$ suy ra

$u_L = U_{0L}\sin(100\pi t + \varphi_{u_L/i}) = 120\sin(100\pi t + \frac{\pi}{4})(V)$.

Vậy: +Độ tự cảm của cuộn dây là L = 0,255H.

+ Biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua mạch là

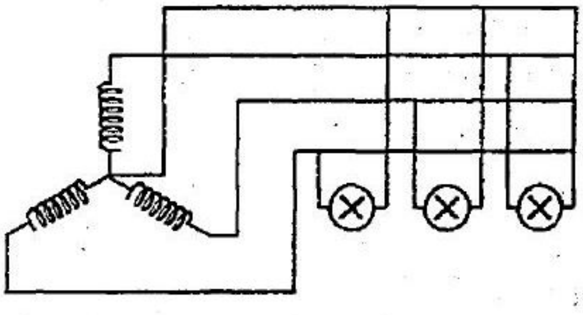
$i' = 1,5\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A)$.

+ Biểu thức hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây là

$u_L = 120\sin(100\pi t + \frac{\pi}{4})(V)$.

4. Ba bóng đèn giống nhau, điện trở mỗi bóng $R = 160\Omega$ được đấu vào một máy phát điện có các cuộn dây stato mắc hình sao. Hiệu điện thế pha của máy bằng 127V.

Tính hiệu điện thế và cường độ dòng điện mỗi đèn.



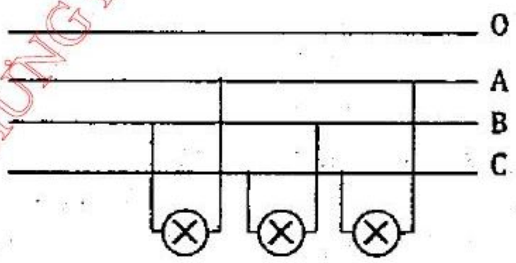
Bài giải

- Hiệu điện thế và cường độ dòng điện của mỗi đèn cũng chính là hiệu điện thế và cường độ dòng điện của mỗi pha.
- Vì các bóng đèn đấu vào máy phát điện mắc hình sao nên ta có:
  + Hiệu điện thế giữa hai đầu của mỗi đèn là: $U_Đ = U_p = 127V$.
  + Cường độ dòng điện qua mỗi đèn là: $I_D = \frac{U_D}{R} = \frac{127}{160} \approx 0,8A$.

Vậy: Hiệu điện thế và cường độ dòng điện mỗi đèn là $U_Đ = 127V$ và $I_Đ = 0,8A$.

5.5. Ba bóng đèn giống nhau, điện trở mỗi đèn $R = 120\Omega$ được mắc vào mạng điện ba pha như hình vẽ; O là dây trung tính; A, B, C là các dây pha. Hiệu điện thế pha của mạng điện là 220V.

Tính hiệu điện thế và cường độ dòng điện mỗi đèn.



Bài giải

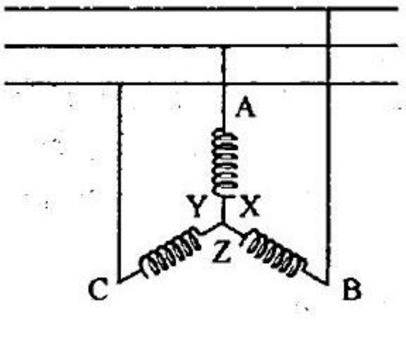
Từ sơ đồ mạch điện ta thấy, các bóng đèn không nối với dây trung tính nên các đèn này được đấu theo kiểu tam giác. Do đó:

- Hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi đèn chính là hiệu điện điện thế giữa hai dây pha nên: $U_Đ = U_d = \sqrt{3}U_p = 220\sqrt{3} \approx 380V$
- Cường độ dòng điện chạy qua mỗi đèn là: $I_Đ = \frac{U_D}{R} = \frac{380}{120} \approx 3,2A$.

Vậy: $U_Đ = 380V$; $I_Đ = 3,2A$.

5.6. Một động cơ điện không đồng bộ có các cuộn dây đấu sao và được đấu vào các dây pha của mạng điện ba pha như hình vẽ. Hiệu điện thế pha của mạng điện là 220V.

Tính hiệu điện thế pha của động cơ (hiệu điện thế đặt vào hai đầu mỗi cuộn dây động cơ).

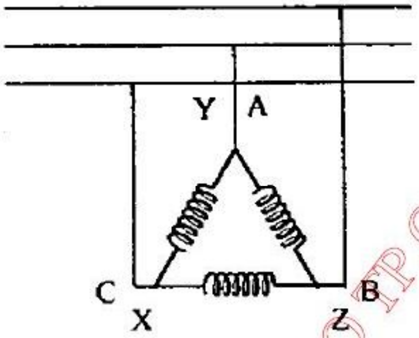


Bài giải

Hiệu điện thế pha của mạng điện là hiệu điện thế giữa dây pha với dây trung tính. Hiệu điện thế đặt vào hai đầu mỗi cuộn dây động cơ cũng chính là hiệu điện thế pha của mạng điện. Do đó hiệu điện thế pha của động cơ là:

$U = U_p = 220V$

5.7. Một động cơ điện không đồng bộ có các cuộn dây đấu tam giác và được đấu vào các dây pha của mạng điện ba pha như hình vẽ. Cường độ dòng điện trên mỗi dây của mạng điện là 20A. Tính cường độ dòng điện chạy trong mỗi cuộn dây của động cơ (dòng điện pha).



Bài giải

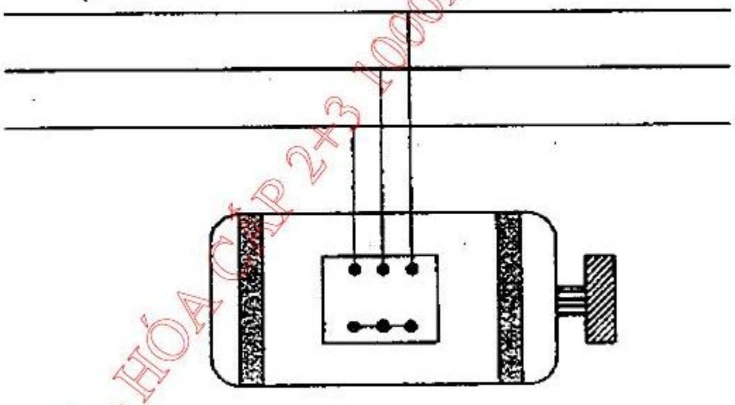
Ta có: Cường độ dòng điện trên mỗi cuộn dây của động cơ là I_p.

Vì các cuộn dây đấu theo kiểu tam giác nên:

$$I_d = \sqrt{3}I_p \Rightarrow I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \approx 11,6A.$$

Vậy: Cường độ dòng điện chạy trong mỗi cuộn dây là $I_p = 11,6A$.

5.8. Một động cơ điện không đồng bộ ba pha tiêu thụ từ lưới điện một công suất bao nhiêu?. Biết hiệu điện thế dây $U_d = 380V$, cường độ dòng điện dây $I_d = 20A$ khi $\cos\varphi = 0,7$.



Bài giải

- Công suất tiêu thụ của mỗi pha là: $P_i = U_pI_p\cos\varphi$.
- Công suất tiêu thụ của động cơ ba pha là: $P = 3P_i = 3U_pI_p\cos\varphi$.
- Nếu các cuộn dây của động cơ đấu theo kiểu hình sao thì:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}}(V),\ I_p = I_d = 20A.$$

$$\Rightarrow P = 3.\frac{380}{\sqrt{3}}.20.0,7 = 9200W = 9,2kW.$$

- Nếu các cuộn dây của động cơ đấu theo kiểu tam giác thì:

$$U_p = U_d = 380V,\ I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}}A.$$

$$\Rightarrow P = 3.380.\frac{20}{\sqrt{3}}.0,7 = 9200W = 9,2kW.$$

Vậy: Công suất tiêu thụ của động cơ là: P = 9,2kW.

5.9. Một động cơ điện mắc vào mạng điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng U = 220V, tiêu thụ một công suất P = 3,3kW. Biết dòng điện hiệu dụng qua động cơ I = 20A, điện trở thuần của động cơ $R = 1,5\Omega$. Tính hệ số công suất của động cơ và công suất hữu ích (sinh công cơ học) của động cơ.

Bài giải

- Hệ số công suất của động cơ:

Ta có: $P = UI\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{3,3.10^3}{220.20} = 0,75$.

- Công suất hữu ích của động cơ:

Ta có:

+ Công suất hao phí: $P_{hp} = RI^2 = 1,5.20^2 = 600W = 0,6kW$.

+ Mặt khác: $P = P_{ích} + P_{hp} \Rightarrow P_{ích} = P - P_{hp} = 3,3 - 0,6 = 2,7kW$.

Vậy: Hệ số công suất và công suất hữu ích của động cơ là 0,75 và 2,7kW.

5.10. Một biến thế, cuộn sơ cấp có N_1 =1000 vòng, cuộn thứ cấp có N_2 = 100 vòng. Cuộn thứ cấp được mắc vào một mạch điện gồm điện trở thuần $R = 12\Omega$, cuộn dây thuần cảm L = 0,016H và tụ điện có điện dung $C = 320\mu F$. Biết tần số của dòng điện f = 50Hz, hiệu điện thế hai đầu cuộn sơ cấp U_1 = 117V. Hiệu suất của biến thế H = 0,95 và giả thiết rằng hiệu suất này chỉ ảnh hưởng đến cường độ dòng điện. Tính cường độ dòng điện hiệu dụng trong cuộn sơ cấp. Cho $\frac{1}{\pi} = 0,32$.

Bài giải

Ta có: $\omega = 2\pi f = 2\pi.50 = 100\pi (rad/s)$, $Z_L = \omega L = 100\pi.0,016 = 5\Omega$.

$$Z_C = \frac{1}{100\pi.320.10^{-6}} = 10\Omega.$$

- Tổng trở của mạch ngoài: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{12^2 + (5-10)^2} = 13\Omega$.
- Hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp: $U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = \frac{100}{1000}.117 = 11,7V$.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong cuộn thứ cấp: $I_2 = \frac{U_2}{Z} = \frac{11,7}{13} = 0,9A$.
- Cường độ dòng điện trong cuộn sơ cấp: Từ $\frac{I_2}{I_1} = H\frac{U_1}{U_2} \Rightarrow I_1 = \frac{U_2}{HU_1}I_2$.

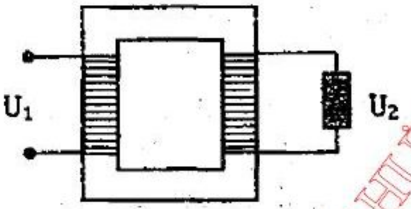
$\Rightarrow I_1 = \frac{11,7}{0,95.117}.0,9 \approx 0,095A$.

Vậy: Cường độ dòng điện trong cuộn sơ cấp là $I_1 = 0,095A$.

11. Một máy hạ thế có tỉ số $\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{127}$, với N_1 là số vòng cuộn sơ cấp, N_2 là số vòng cuộn thứ cấp. Điện trở của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp lần lượt là $r_1 = 3,6\Omega$; $r_2 = 1,2\Omega$. Cuộn thứ cấp được mắc vào điện trở $R = 10\Omega$. Coi mạch từ là kín và hao phí do dòng Fucô (Foucault) không đáng kể.

Cuộn sơ cấp được mắc vào hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U_1 = 220V$. Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở tải.

Tính hiệu suất của máy biến thế.



Bài giải

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở tải

Ta có: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{127} = k$.

Suất điện động cảm ứng trong cuộn sơ cấp: $e_1 = -L_1 i'_t = -N_1\Phi'_1(t)$; hiệu điện thế xoay chiều đặt vào cuộn sơ cấp (nguồn thu) là: $u_1 = e_1 + i_1 r_1$.

Suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp: $e_2 = -L_2 i'_t = -N_2\Phi'_2(t)$; hiệu điện thế xoay chiều đặt vào cuộn thứ cấp (nguồn phát) là: $u_2 = e_2 - i_2 r_2$.

Vì lõi biến thế lí tưởng và không phân nhánh nên ta có: $\Phi_1 = \Phi_2$ nên $\Phi'_1(t) = \Phi'_2(t)$.

Do đó: $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$ (1)

Với k được gọi là tỉ số truyền của máy biến thế: nếu k > 1 được gọi là máy hạ thế, k < 1 được gọi là máy tăng thế.

Từ định luật bảo toàn năng lượng, ta có: $e_1 i_1 = e_2 i_2$.

$\Rightarrow \frac{i_1}{i_2} = \frac{e_2}{e_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{k}$ (2)

Mà $i_2 = \frac{u_2}{R} \Rightarrow e_2 = u_2 + \frac{u_2}{R}r_2 = u_2\left(1 + \frac{r_2}{R}\right)$.

Do đó: $i_1 = \frac{i_2}{k} = \frac{u_2}{kR} \Rightarrow e_1 = u_1 - i_1 r_1 = u_1 - \frac{u_2 r_1}{kR}$.

Thay giá trị e_1, e_2 vào (1) ta được: $\dfrac{u_1 - \dfrac{u_2 r_1}{kR}}{u_2\left(1 + \dfrac{r_2}{R}\right)} = k$.

Suy ra: $u_2 = u_1 \dfrac{kR}{k^2(R + r_2) + r_1}$ (3)

Khi cuộn sơ cấp được mắc vào hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụ $U_1 = 220V$ thì thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp (hai đầu đi trở tải) là:

$$U_2 = U_1 \frac{kR}{k^2(R + r_2) + r_1} = 220.\frac{\frac{220}{127}.10}{\left(\frac{220}{127}\right)^2(10 + 1,2) + 3,6} = 102,5V$$

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tải là $U_2 = 102,5V$.

b) Hiệu suất của máy biến thế

Vì i_1 đồng pha với u_1, i_2 đồng pha với u_2 nên các biểu thức tức thời cũng là cá biểu thức hiệu dụng.

Do đó: $\dfrac{i_1}{i_2} = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{1}{k}$.

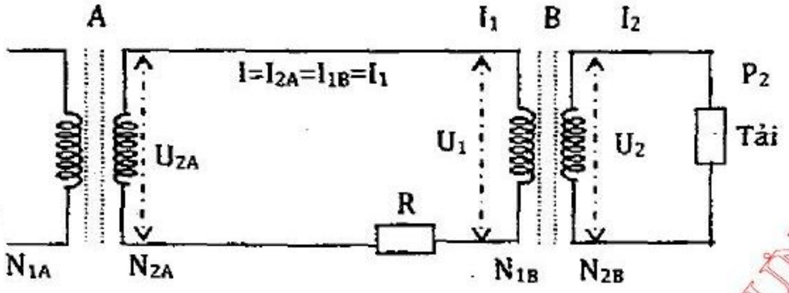
Suy ra: $H = \dfrac{P_{ich}}{P_{toànphần}} = \dfrac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = \dfrac{102,5.220}{220.127} = 0,807 = 80,7\%$.

Vậy: Hiệu suất của máy biến thế là H = 80,7%.

huyên đề 6:

TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG ĐI XA

TÓM TẮT KIẾN THỨC



Điện năng được sản xuất từ các nhà máy điện và được truyền tải đến nơi tiêu thụ điện bằng các dây dẫn. Vì các dây dẫn đều có điện trở nên khi truyền tải sẽ có một phần điện năng bị hao phí do tỏa nhiệt trên các dây dẫn. Để giảm công suất hao phí khi truyền tải người ta thường dùng các máy biến thế.

Độ giảm thế trên đường dây dẫn:

$\Delta U = RI$ (R là điện trở tổng cộng của các dây dẫn).

Hiệu điện thế cuối đường dây tải:

$U' = U - \Delta U$ (U là hiệu điện thế đầu đường dây tải).

Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = RI^2$.

Công suất ở cuối đường dây tải: $P' = P - \Delta P$ (P là công suất điện cần truyền tải).

Hiệu suất tải điện: $H = \dfrac{P'}{P} = \dfrac{P - \Delta P}{P} < 1$.

NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

Khi giải các bài toán về ***truyền tải điện năng đi xa*** cần chú ý:

Vận dụng các công thức như ở phần *Tóm tắt kiến thức* trên.

Kết hợp với các công thức của máy biến thế ở chuyên đề 5: *Các loại máy điện*.

Xác định đúng các giá trị của I, U, P trong quá trình truyền tải, đặc biệt là trường hợp dùng máy biến thế để truyền tải điện.

Điện trở R trong các công thức là tổng điện trở của các dây tải điện, với $R = \rho\dfrac{l}{S}$

(*l là chiều dài* dây dẫn , S là *tiết diện* dây dẫn, ρ là *điện trở suất* của chất làm dây dẫn).

Khi dùng máy biến thế để truyền tải điện năng thì nếu tăng hiệu điện thế truyền tải lên n lần thì điện năng hao phí trên đường dây sẽ giảm n^2 lần.

C. CÁC BÀI TẬP VỀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG ĐI XA

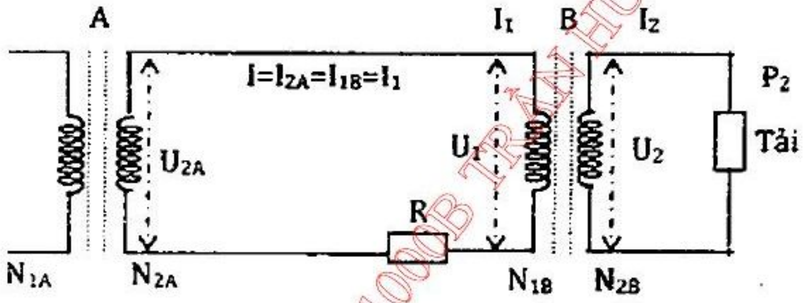
6.1. Điện năng được truyền từ trạm biến thế A đến trạm biến thế B bằng dây dẫ có điện trở $R = 20\Omega$. Tại B, đường dây tải điện được nối với một biến thế hạ thế có hệ số biến thế k = 10. Coi hiệu suất của biến thế H = 1. Biết công suất tiêu thụ trong mạch thứ cấp ở B là 12kW, cường độ dòng điện hiệu dụng của tải là 100A và coi tải là thuần trở.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp biến thế ở B và cường độ dòng điện ở trên dây dẫn.

b) Tính hiệu điện thế ở đầu đường dây dẫn tại A và hiệu suất tải điện.

c) Nếu tại B cường độ dòng điện hiệu dụng và công suất của tải không đổi, điện năng vẫn được tải từ A tới nhưng không dùng đến biến thế thì hiệu điện thế tại A phải là bao nhiêu. Tính hiệu suất tải điện khi này.

Bài giải



a) Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp biến thế ở B và cường độ dòng điện ở trên dây dẫn

Gọi U_1, I_1 lần lượt là hiệu điện thế và cường độ dòng điện ở hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến thế B; U_2, I_2 lần lượt là hiệu điện thế và cường độ dòng điện ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy biến thế B.

Ta có: $\frac{U_1}{U_2} = k = 10$.

- Công suất tiêu thụ ở cuộn thứ cấp máy biến thế B là công suất toàn phần $P_2 = U_2I_2$.

với: $I_2 = 100A$, $P_2 = 12kW = 12000W$.

Do đó: $U_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{12000}{100} = 120V$.

- Hiệu điện thế ở hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến thế B là:

$U_1 = kU_2 = 10.120 = 1200V$

- Cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp của máy biến thế B là:

Từ: $\frac{U_1}{U_2} = k = \frac{I_2}{I_1} = 10 \Rightarrow I_1 = \frac{I_2}{10} = \frac{100}{10} = 10A$.

Vậy: Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp biến thế ở B là $U_1 = 1200V$ và cường độ dòng điện ở trên dây dẫn là $I_1 = 10A$.

Hiệu điện thế ở đầu đường dây dẫn tại A và hiệu suất tải điện

Gọi U_{2A} là hiệu điện thế ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy biến thế A.

Độ giảm thế trên đường dây dẫn: $\Delta U = IR = I_1R = 10.20 = 200V$.

Hiệu điện thế ở hai đầu dây dẫn tại A chính là hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy tăng thế A. Do đó:

$U_{2A} = \Delta U + U_1 = 200 + 1200 = 1400V$

Công suất hao phí trên đường dây dẫn: $\Delta P = RI^2 = 20.10^2 = 2000W$.

Công suất truyền đi của máy biến thế A: $P = U_{2B}I = 1400.10 = 14000W$.

Hiệu suất truyền tải điện:

$$H' = \frac{P - \Delta P}{P}100\% = \frac{14000 - 2000}{14000}.100\% = 85,71\%.$$

Vậy: Hiệu điện thế ở đầu đường dây dẫn tại A là $U_{2A} = 1400V$ và hiệu suất tải điện là H' = 85,71%.

Hiệu suất tải điện khi không dùng đến biến thế

Khi không dùng đến máy biến thế thì I_2 chính là dòng điện trên dây. Vì vậy, nguồn phát phải có hiệu điện thế:

$U = U_2 + I_2R = 120 + 100.20 = 2120V$

Công suất hao phí lúc này là: $\Delta P' = RI_2^2 = 20.100^2 = 200000W$.

Công suất truyền đi lúc này là: $P' = UI_2 = 2120.100 = 212000W$.

Hiệu suất truyền tải điện lúc này là:

$$H'' = \frac{P' - \Delta P'}{P'}.100\% = \frac{212000 - 200000}{212000}.100\% = 5,66\%$$

Vậy: Khi không dùng máy biến thế hiệu suất tải điện là H" = 5,66%.

2. Hai thành phố A và B cách nhau 100km. Điện năng được tải từ một máy tăng thế A đến một máy hạ thế B bằng hai dây đồng tiết diện tròn, đường kính d = 1cm. Cường độ dòng điện trên dây tải là I = 50A, công suất điện tiêu hao trên đường dây bằng 5% công suất tiêu thụ ở B và hiệu điện thế ở cuộn thứ cấp của biến thế tại B là 200V. Tính:

Công suất điện tiêu thụ ở B.

Hệ số biến thế của biến thế ở B.

Hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp của biến thế ở A.

Cho biết $\pi = 3,2$; điện trở suất của dây đồng $\rho = 1,6.10^{-8}\Omega m$. Dòng điện và hiệu điện thế luôn cùng pha và sự hao phí trong biến thế là không đáng kể.

Bài giải

a) Công suất điện tiêu thụ ở B

Ta có: $S = \pi\frac{d^2}{4} = \pi.\frac{0{,}01^2}{4} = 8.10^{-5}m^2$, $U_{2B} = U_2 = 220V$; $\Delta P = 0{,}05P_2$.

- Điện trở của đường dây dẫn là : $R = \rho\frac{l}{S} = 1{,}6.10^{-8}.\frac{2.100.10^3}{8.10^{-5}} = 40\Omega$.
- Công suất hao phí trên đường dây là: $\Delta P = RI^2 = 40.50^2 = 10^5W$.

Mặt khác: $\Delta P = 0{,}05P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{\Delta P}{0{,}05} = \frac{10^5}{0{,}05} = 2.10^6W = 2000kW$.

Vậy: Công suất tiêu thụ ở B là $P_2 = 2000kW$.

b) Hệ số biến thế của biến thế ở B

- Cường độ dòng điện ở cuộn thứ cấp của máy biến thế B là:

$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{2000000}{200} = 10000A$

- Cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp máy biến thế B là: $I_1 = I = 50A$.
- Hệ số biến thế của biến thế B là: $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{10000}{50} = 200$.

Vậy: Hệ số biến thế của biến thế ở B là k = 200.

c) Hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp của biến thế ở A

Ta có: $U_{2A} = IR + U_1 = 50.40 + 200.200 = 42000V$.

Vậy: Hiệu điện thế ở hai đầu cuộn thứ cấp của biến thế ở A: $U_{2A} = 42000V$.

6.3. Khi chuyển tải điện năng đi xa, người ta sử dụng biến thế, tăng hiệu điện lên đến U = 100kV và chuyển đi một công suất P = 5000kW đến một nơi cá nguồn một đoạn $l = 5km$. Cho biết độ giảm thế trên đường dây không đư quá $n = 1\%$. Tính điện trở đường dây và tiết diện của dây dẫn. Biết điện suất của dây dẫn $\rho = 1{,}7.10^{-8}\Omega m$.

Bài giải

- Cường độ dòng điện chạy trên đường dây dẫn: $I = \frac{P}{U} = \frac{5000000}{100000} = 50A$.
- Độ giảm thế trên đường dây tải: $\Delta U = IR$.
- Theo đề ta có: $\frac{\Delta U}{U} \le n \Leftrightarrow \frac{IR}{U} \le n \Rightarrow R \le \frac{nU}{I} = \frac{0{,}01.100000}{50} = 20\Omega$
- Mặt khác: $R = \rho\frac{l}{S} \le 20 \Rightarrow S \ge \rho\frac{l}{20}$.
- Chiều dài tổng cộng của đường đây là: $l = 2.5 = 10km$.

Do đó: $S \geq \rho\frac{l}{20} = 1{,}7.10^{-8}.\frac{10.000}{20} = 8{,}5.10^{-6}m^2$.

Vậy: Điện trở đường dây: $R \leq 20\Omega$ và tiết diện của dây dẫn:

$S \geq 8{,}5.10^{-6}m^2 = 8{,}5mm^2$.

Khi chuyển tải điện năng người ta sử dụng biến thế nâng hiệu điện thế tại nguồn lên đến U = 6000V và chuyển đi một công suất P = 1000kW. Khi này số chỉ của công tơ điện đặt ở biến thế và ở đầu nơi tiêu thụ trong một ngày đêm chênh lệch nhau 216kWh. Gọi tỉ lệ hao phí n là tỉ số công suất điện tiêu hao trên dây dẫn và công suất cần chuyển tải.

Tính n.

Hỏi phải tăng hiệu điện thế ở đầu đường dây lên bao nhiêu để $n \leq 0{,}1\%$.

Bài giải

Tính n

Số chỉ của công tơ điện chính là số đo điện năng tiêu thụ: A = Pt.

Thời gian tiêu thụ điện năng trong một ngày đêm: $t = 24.3600 = 86400s$.

Ta có: $A_{tp} - A_{ich} = A_{hp} = \Delta P.t \Rightarrow \Delta P = \frac{A_{hp}}{t}$.

Tỉ lệ hao phí n là tỉ số công suất điện tiêu hao trên dây dẫn và công suất cần chuyển tải là:

$$n = \frac{\Delta P}{P} = \frac{216.1000.3600}{86400.1000.1000} = 0{,}009 = 0{,}9\%$$

Vậy : Tỉ lệ hao phí n = 0,9%

Phải tăng hiệu điện thế ở đầu đường dây lên bao nhiêu để $n \leq 0{,}1\%$

Gọi U' là hiệu điện thế đã tăng lên ở đầu dây.

Công suất hao phí trên đường dây tải khi chưa tăng U: $\Delta P = RI^2$, với $I = \frac{P}{U}$.

Công suất hao phí trên đường dây tải khi đã tăng U: $\Delta P' = RI'^2$, với $I' = \frac{P}{U'}$.

Do đó: $\frac{\Delta P}{\Delta P'} = \left(\frac{I}{I'}\right)^2 = \left(\frac{U'}{U}\right)^2$.

hay $\frac{\frac{\Delta P}{P}}{\frac{\Delta P'}{P}} = \left(\frac{U'}{U}\right)^2 \Leftrightarrow \frac{n}{\frac{\Delta P'}{P}} = \left(\frac{U'}{U}\right)^2 \Rightarrow \frac{\Delta P'}{P} = \frac{nU^2}{U'^2}$.

Theo đề : $\frac{\Delta P'}{P} = \frac{nU^2}{U'^2} \leq 0{,}001 \Rightarrow U' \geq U\sqrt{\frac{n}{0{,}001}} = 6000.\sqrt{\frac{0{,}009}{0{,}001}} = 18000V$

Vậy: Để $n \leq 0{,}1\%$ phải tăng U lên đến $U' \geq 18000V$.

6.5. Cần chuyển tải điện năng từ một trạm biến thế hạ thế mà hiệu điện thế ra l = 220V đến nơi tiêu thụ bằng hai dây dẫn điện trên đường dây dài l = 1k Dây dẫn nhôm phải có tiết diện S là bao nhiêu nếu công suất tại nơi tiêu thụ $P = 10kW$ và độ giảm thế trên đường dây không quá $\Delta U = 20V$. Biết điện t suất của nhôm là $\rho = 2{,}8.10^{-8}\Omega m$, tải tiêu thụ ở cuối đường dây là thuần trở

Bài giải

- Hiệu điện thế ở nơi tiêu thụ: $U' = U - \Delta U$.
- Cường độ dòng điện trên đường dây tải điện:

$$I = \frac{P}{U - \Delta U} \leq \frac{P}{U - 20} = \frac{10000}{220 - 20} = 50A.$$

- Độ giảm thế trên đường dây tải điện:

$$\Delta U = IR \leq 20 \Rightarrow R \leq \frac{20}{I}.$$

$$\Leftrightarrow \rho\frac{l}{S} \leq \frac{20}{I} \Rightarrow S \geq \frac{\rho l I}{20}.$$

Vì $I \leq 50A$ nên $S \geq \dfrac{\rho l.50}{20} = \dfrac{2{,}8.10^{-8}.2.10^{3}.50}{20} = 1{,}4.10^{-4}m^2$.

Vậy: Dây dẫn nhôm phải có tiết diện $S \geq 1{,}4.10^{-4}m^2 = 1{,}4cm^2$.

2. Sự phát

Sóng

kì, tần số

có tụ

Phần thứ tư

DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN

Chuyên đề 7:

MẠCH DAO ĐỘNG - PHÁT VÀ THU SÓN

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. *Mạch dao động*

- *Định nghĩa*: Mạch dao động là một mạch điện kín gồm tụ điện C mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L.
- *Chu kì, tần số (riêng) của mạch dao động*
  - + Tần số góc: $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$.
  - + Chu kì: $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$;
  - + Tần số: $f_0 = \dfrac{1}{T_0} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.
- *Điện tích, dòng điện trong mạch dao động*
  - + Điện tích (tức thời) của một bản tụ: $q = Q_0\sin\omega_0 t$.
  - + Cường độ dòng điện (tức thời) qua mạch:

    $i = q' = I_0\cos\omega_0 t = I_0\sin(\omega_0 t + \dfrac{\pi}{2})$.
  - + Hiệu điện thế (tức thời) giữa hai bản tụ: $u = \dfrac{q}{C} = U_0\sin\omega_0 t$.

  Với: $I_0 = \omega_0 Q_0$; $Q_0 = CU_0$.
- Năng lượng của mạch dao động
  - + Năng lượng điện trường (tụ điện): $w_C = \dfrac{1}{2}Cu^2 = \dfrac{1}{2}.\dfrac{q^2}{C} = \dfrac{1}{2}.\dfrac{Q_0^2}{C}\sin^2\omega_0 t$
  - + Năng lượng từ trường (cuộn cảm): $w_L = \dfrac{1}{2}Li^2 = \dfrac{1}{2}LI_0^2\cos^2\omega t$.
  - + Năng lượng điện từ của mạch:

    $w = w_C + w_L = \dfrac{1}{2}.\dfrac{Q_0^2}{C}\sin^2\omega_0 t + \dfrac{1}{2}LI_0^2\cos^2\omega t$

    $\Leftrightarrow w = \dfrac{1}{2}LI_0^2\sin^2\omega_0 t + \dfrac{1}{2}LI_0^2\cos^2\omega t = \dfrac{1}{2}LI_0^2 = \text{const}$

    hay $w = \dfrac{1}{2}LI_0^2 = \dfrac{1}{2}CU_0^2 = \dfrac{Q_0^2}{2C} = \text{const}$

2. *Sự phát và thu sóng điện từ*

- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian. Sóng điện từ là sóng ngang, lan truyền được trong mọi môi trường với tốc độ khác nhau ($v_k > v_l > v_r$).
- Nguyên tắc của việc thu sóng điện từ là dựa vào sự cộng hưởng giữa sóng điện từ và dao động riêng của mạch dao động: $f = f_0$.

$$\Leftrightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$$

(λ là bước sóng sóng điện từ thu được; L, C là độ tự cảm của cuộn cảm và điện dung của tụ điện của mạch dao động).

NHỮNG CHÚ Ý KHI GIẢI BÀI TẬP

Với các bài toán về ***mạch dao động LC*** cần chú ý:

Các công thức xác định tần số góc, chu kì, tần số riêng của mạch dao động:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{I_0}{Q_0}\ ;\ T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\frac{Q_0}{I_0}\ ;\ f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{I_0}{2\pi Q_0}$$

Biểu thức của điện tích, dòng điện, hiệu điện thế tức thời:

$$q = Q_0\sin\omega_0 t\ ;\ i = I_0\cos\omega_0 t = I_0\sin\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right);\ u = \frac{q}{C} = U_0\sin\omega_0 t.$$

$$\left(\text{với: } I_0 = \omega_0 Q_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}} = \sqrt{i^2 + \frac{C}{L}u^2}\ ;\ Q_0 = CU_0;\ U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{u^2 + \frac{L}{C}i^2}\right)$$

Hệ thức giữa các giá trị tức thời:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1\ ;\ \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1.$$

Công thức tính năng lượng điện từ:

$$w = \frac{1}{2}.LI_0^2 = \frac{1}{2}.CU_0^2 = \frac{Q_0^2}{2C} = \text{const.}$$

- + Năng lượng điện trường: $w_C = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}L(I_0^2 - i^2)$.
- + Năng lượng từ trường: $w_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}C(U_0^2 - u^2)$.

Trường hợp mạch gồm nhiều tụ mắc với nhau:

- + Mắc song song: $C = C_1 + C_2$: $\frac{1}{f_0^2} = \frac{1}{f_{01}^2} + \frac{1}{f_{02}^2}$ hay $T_0^2 = T_{01}^2 + T_{02}^2$.
- + Mắc nối tiếp: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$: $f_0^2 = f_{01}^2 + f_{02}^2$ hay $\frac{1}{T_0^2} = \frac{1}{T_{01}^2} + \frac{1}{T_{02}^2}$.

(T_{01}, f_{01} là chu kì, tần số riêng của mạch khi chỉ có tụ C_1; T_{02}, f_{02} là chu kì, tần số riêng của mạch khi chỉ có tụ C_2; T_0, f_0 là chu kì, tần số riêng của mạch khi có tụ C_1 và C_2 mắc với nhau).

Với các bài toán về ***phát và thu sóng điện từ*** cần chú ý:

Để thu sóng điện từ có tần số f thì: $f = f_0$ (tần số riêng của mạch dao động). Từ đó bước sóng điện từ thu được là:

$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ ($c = 3.10^8$m/s: tốc độ sóng điện từ trong chân không)

Bước sóng điện từ thu được khi mắc các tụ là:

+ Mắc song song: $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$.
+ Mắc nối tiếp: $\lambda = \dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}$.

(λ_1, λ_2: bước sóng điện từ thu được khi mạch chỉ có tụ C_1, C_2; λ : bước sóng điện từ thu được khi mạch gồm hai tụ mắc với nhau).

Với tụ xoay: Để thu được sóng điện từ có bước sóng λ ứng với giá trị điện dung của tụ là C_V thì:

+ Góc phải quay các bản tụ di động từ vị trí ứng với giá trị cực tiểu C_m là:

$$\alpha = \frac{C_v - C_m}{C_M - C_m}.180^0$$

+ Góc phải quay các bản tụ di động từ vị trí ứng với giá trị cực đại C_M là:

$$\alpha = \frac{C_M - C_v}{C_M - C_m}.180^0$$

. CÁC BÀI TẬP VỀ MẠCH DAO ĐỘNG - PHÁT VÀ THU SÓNG ĐIỆN TỪ

7.1. Tụ điện của một khung dao động có điện dung $C = 0,1\mu F$, ban đầu được tích điện ở hiệu điện thế $U_0 = 100V$. Sau đó khung dao động tắt dần. Tính năng lượng mất mát sau khi dao động điện từ trong khung tắt hẳn.

Bài giải

- Ban đầu tụ điện được tích điện đến hiệu điện thế U_0 thì tụ điện đã dự trữ một năng lượng dưới dạng năng lượng điện trường: $W_C = \frac{1}{2}CU_0^2$.
- Khi mạch dao động, do mạch LC có điện trở nên làm tỏa nhiệt hao phí trên cuộn dây, dẫn đến dao động điện từ tắt dần. Khi toàn bộ năng lượng điện trường chuyển hết thành nhiệt tỏa ra trên cuộn dây thì dao động điện từ trong khung tắt hẳn.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$W = W_C = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}0,1.10^{-6}.(100)^2 = 5.10^{-4}J$$

Vậy: Năng lượng mất mát sau khi dao động điện từ trong khung tắt hẳn là $W = 5.10^{-4}J$.

7.2. Một khung dao động thực hiện dao động điện từ tự do không tắt trong mạch. Biểu thức hiệu điện thế giữa hai bản tụ là $u = 60\sin(10000\pi t)(V)$, điện dung của tụ $C = 1\mu F$. Tính:

a) Chu kì dao động điện từ và bước sóng điện từ trong mạch.

b) Độ tự cảm L của cuộn dây và năng lượng điện từ trong khung dao động.

c) Biểu thức cường độ dòng điện trong khung.

Bài giải

Ta có: $U_0 = 60V$, $\omega = 10000\pi(rad/s)$, $C = 1\mu F = 10^{-6}F$.

a) Chu kì dao động điện từ và bước sóng điện từ trong mạch

Ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10000\pi} = 2.10^{-4}s$.

và $\lambda = cT = 3.10^8.2.10^{-4} = 6.10^4m$.

Vậy: Chu kì dao động điện từ trong mạch là $T = 2.10^{-4}s$ và bước sóng điện từ trong mạch là $\lambda = 6.10^4m$.

b) Độ tự cảm L của cuộn dây và năng lượng điện từ trong khung dao động

Ta có: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(10000\pi)^2.10^{-6}} = 0{,}001H$.

và $W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}10^{-6}.(60)^2 = 1{,}8.10^{-3}J$.

Vậy: Độ tự cảm L của cuộn dây là $L = 0{,}001H$ và năng lượng điện từ trong khung dao động là $W = 1{,}8.10^{-3}J$.

c) Biểu thức cường độ dòng điện trong khung

- Biểu thức điện tích giữa hai đầu bản tụ: $q = Cu = 6.10^{-5}\cos(10000\pi t)(C)$.
- Biểu thức cường độ dòng điện trong khung: $i = q' = I_0\cos 10000\pi t$ (A).

với $I_0 = \omega Q_0 = 10000\pi.6.10^{-5} = 0{,}6\pi A$.

$\Rightarrow i = 0{,}6\pi\cos 10000\pi t(A)$.

Vậy: Biểu thức cường độ dòng điện trong khung là $i = 0{,}6\pi\cos 10000\pi t(A)$.

7.3. Một khung dao đông gồm cuộn dây L và tụ C. Nếu dùng tụ C_1 thì tần số dao động riêng của khung là 60kHz. Nếu dùng tụ C_2 thì tần số đao động riêng là 80kHz. Hỏi tần số đao động riêng của khung là bao nhiêu nếu dùng:

a) Hai tụ C_1, C_2 mắc song song.

b) Hai tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp.

c) Tụ $C = \sqrt{C_1C_2}$.

Bài giải

Ta có :

+ Tần số dao động của mạch khi tụ điện có điện dung C₁ là:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow f_1^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_1} \qquad (1)$$

+ Tần số dao động của mạch khi tụ điện có điện dung C₂ là:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow f_2^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_2} \qquad (2)$$

a) Khi dùng hai tụ C_1, C_2 mắc song song

Ta có : $C = C_1 + C_2$.

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1+C_2)}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f^2} = 4\pi^2LC_1 + 4\pi^2LC_2 \qquad (3)$$

Thay (1), (2) vào (3) ta được: $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}$.

$$\Rightarrow f = \frac{f_1f_2}{\sqrt{f_1^2+f_2^2}} = \frac{60.80}{\sqrt{60^2+80^2}} = 48\text{kHz}$$

Vậy: Khi C_1, C_2 mắc song song thì f = 48kHz.

b) Khi dùng hai tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp

Ta có: $C = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$.

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C_1+C_2}{LC_1C_2}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2LC_1} + \frac{1}{4\pi^2LC_2}} \qquad (4)$$

Thay (1), (2) vào (4), ta được: $f = \sqrt{f_1^2+f_2^2} = \sqrt{60^2+80^2} = 100\text{kHz}$.

Vậy: Khi C_1, C_2 mắc nối tiếp thì f = 100kHz.

c) Khi dùng tụ $C = \sqrt{C_1C_2}$

Khi dùng tụ $C = \sqrt{C_1C_2}$ thì:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\sqrt{C_1C_2}}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2\sqrt{L^2C_1C_2}}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}.\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}} \qquad (5)$$

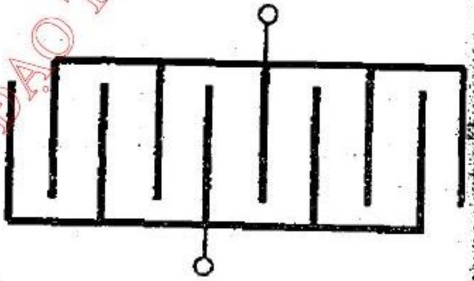
Thay (1), (2) vào (5) ta được: $f = \sqrt{f_1f_2} = \sqrt{60.80} = 69{,}28\text{kHz}$.

Vậy: Khi dùng tụ $C = \sqrt{C_1C_2}$ thì f = 69,28kHz.

* **Chú ý:** Nếu bài toán trên yêu cầu tính chu kì dao động của mạch thì ta cũng th được kết quả:

- Nếu C_1 mắc song song C_2 thì: $T^2 = T_1^2 + T_2^2$.
- Nếu C_1 mắc nối tiếp C_2 thì: $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$.

7.4. Một tụ xoay gồm 10 tấm như hình vẽ, diện tích đối diện giữa hai bản là $S = 3{,}14\text{cm}^2$, khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là d = 0,5mm, giữa các bản là không khí.



a) Tính điện dung của tụ.

b) Tụ điện nói trên được mắc vào hai đầu của cuộn dây thuần cảm L = 5mH. Tính bước sóng điện từ mà khung dao động này thu được.

Bài giải

a) Điện dung của tụ điện

- Điện dung của một tụ điện được cấu tạo từ hai tấm liên tiếp cách nhau một khoảng d là: $C_0 = \frac{\varepsilon S}{k4\pi d}$
- Bộ tụ gồm 10 tấm nên có 9 tụ C_0 mắc song song với nhau, điện dung của bộ tụ là: $C = 9C_0 = 9.\frac{1.3{,}14.10^{-4}}{9.10^9.4\pi.0{,}5.10^{-3}} = 50.10^{-12}\text{F} = 50\text{pF}$

Vậy: Điện dung của tụ điện xoay là **C = 50pF.**

b) Bước sóng điện từ của khung dao động khi mắc tụ C với cuộn dây L

Ta có: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8.\sqrt{5.10^{-3}.50.10^{-12}} = 942{,}48\text{m}$.

Vậy: Bước sóng điện từ của khung dao động khi mắc tụ C với cuộn dây L là $\lambda = 942{,}48\text{m}$.

7.5. Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 1,5mH và một tụ xoay C_v có điện dung biến thiên từ $C_m = 50\text{pF}$ đến $C_M = 450\text{pF}$.

a) Mạch này có thể thu được sóng điện từ có bước sóng trong khoảng nào?.

b) Các bản tụ di động có thể xoay được một góc từ 0 đến 180°. Hỏi để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 1200\text{m}$, phải xoay các bản tụ di động của tụ C_v một góc bao nhiêu kể từ vị trí tụ điện có điện dung cực tiểu?

Bài giải

Bước sóng điện từ mà mạch có thể thu được

Để mạch dao động ở máy thu thanh thu được sóng điện từ thì tần số dao động riêng của mạch dao động LC phải bằng tần số dao động điện từ.

Ta có: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$

$\Rightarrow \lambda = \lambda_{min}$ khi $L = L_{min}$ và $C = C_{min}$; $\lambda = \lambda_{max}$ khi $L = L_{max}$ và $C = C_{max}$.

Bước sóng ngắn nhất mà mạch LC thu được:

$$\lambda_{min} = 2\pi c\sqrt{LC_m} = 2\pi.3.10^8\sqrt{1,5.10^{-3}.50.10^{-12}} = 516,2m.$$

Bước sóng dài nhất mà mạch LC thu được:

$$\lambda_{max} = 2\pi c\sqrt{LC_M} = 2\pi.3.10^8\sqrt{1,5.10^{-3}.450.10^{-12}} = 1548,6m.$$

Vậy: Mạch LC thu được sóng có bước sóng $516,2m \le \lambda \le 1548,6m$.

) Góc xoay để thu được sóng có bước sóng $\lambda = 1200m$

Điện dung của tụ khi thu được bước sóng $\lambda = 1200m$:

Từ $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC_v}$

$$\Rightarrow C_v = \frac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{1200^2}{4\pi^2.(3.10^8)^2 1,5.10^{-3}} = 270.10^{-12} = 270pF$$

Góc phải quay các bản tụ di động từ vị trí ứng với giá trị cực tiểu C_m:

$$\alpha = \frac{C_v - C_m}{C_M - C_m}.180^0 = \frac{270-50}{450-50}.180 = 99^0$$

Vậy: Phải quay các bản tụ di động từ vị trí ứng với giá trị cực tiểu C_m một góc là 99°.

Chú ý: Nếu quay các bản tụ di động từ vị trí tụ có điện dung cực đại thì góc quay là:

$$\alpha = \frac{C_M - C_v}{C_M - C_m}.180^0 = \frac{450-270}{450-50}.180 = 81^0.$$

7.6. Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 11,3\mu H$ và tụ điện có điện dung $C = 1000pF$.

a) Mạch dao động nói trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bao nhiêu?.

b) Để thu được sóng có bước sóng trong khoảng từ 20m đến 50m, người ta ghép thêm một tụ xoay C_v với tụ C nói trên. Hỏi phải ghép hai tụ thế nào và giá trị của C_v trong khoảng nào?.

c) Để thu được sóng 25m, C_v phải có giá trị bao nhiêu? Các bản tụ di động phải xoay một góc bao nhiêu kể từ vị trí điện dung cực đại để thu được sóng nói trên. Biết các bản tụ di động có thể xoay được một góc từ 0 đến 180°.

Bài giải

a) Bước sóng mà mạch dao động của máy thu thanh có thể thu được

Ta có: $\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8.\sqrt{11,3.10^{-6}.1000.10^{-12}} = 200\text{m}$.

Vậy: Bước sóng mà mạch dao động của máy thu thanh có thể thu được là 200m.

b) Cách ghép và giá trị C_v của tụ phải ghép

- Vì dải sóng muốn thu có bước sóng $\lambda < \lambda_0$ nên điện dung tương đương của bộ tụ $C_b < C$. Vì vậy tụ xoay C_V phải ghép nối tiếp với tụ C.
- Khi mạch thu được sóng $\lambda_m = 20\text{m}$, ta có:

$$\lambda_m = 2\pi c\sqrt{L(C_b)_m}\text{, với } (C_b)_m = \frac{CC_{Vm}}{C + C_{Vm}}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0^2}{\lambda_m^2} = \frac{C}{(C_b)_m} \Leftrightarrow \frac{C}{\dfrac{C.C_{Vm}}{C + C_{Vm}}} = \frac{C + C_{Vm}}{C_{Vm}} = \frac{\lambda_0^2}{\lambda_m^2} = 100.$$

Suy ra: $C_{Vm} = \dfrac{C}{99} = \dfrac{1000}{99} = 10,1\text{pF}$.

- Khi mạch thu được sóng $\lambda_M = 50\text{m}$, ta có:

$$\lambda_M = 2\pi c\sqrt{L(C_b)_M}\text{, với } (C_b)_M = \frac{CC_{VM}}{C + C_{VM}}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0^2}{\lambda_M^2} = \frac{C}{(C_b)_M} \Leftrightarrow \frac{C}{\dfrac{C.C_{VM}}{C + C_{VM}}} = \frac{C + C_{VM}}{C_{VM}} = \frac{\lambda_0^2}{\lambda_M^2} = 16.$$

Suy ra: $C_{VM} = \dfrac{C}{15} = \dfrac{1000}{15} = 66,7\text{pF}$.

Vậy: Để mạch thu được sóng từ 20m đến 50m thì phải ghép thêm tụ C_v nối tiếp với tụ C, giá trị của tụ C_v nằm trong khoảng $10,1\text{pF} \le C_v \le 66,7\text{m}$.

c) Giá trị của C_v để thu được sóng 25m và góc phải xoay các bản tụ khi đó

- Để thu được sóng $\lambda = 25\text{m} < \lambda_0$ thì phải ghép tụ C_v nối tiếp với tụ C.

Ta có: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC_b} \Rightarrow \dfrac{\lambda_0^2}{\lambda^2} = \dfrac{C}{C_b}$.

$$\Leftrightarrow \frac{C}{\dfrac{C.C_V}{C+C_V}} = \frac{C+C_V}{C_V} = \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2} = \frac{200^2}{25^2} = 64$$

$$\Leftrightarrow \frac{C+C_V}{C_V} = 64 \Leftrightarrow \frac{C}{C_V} = 63$$

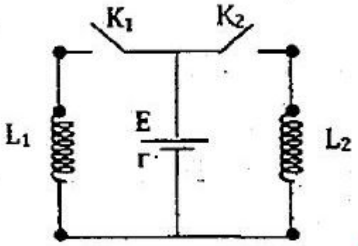
$\Rightarrow C_V = \frac{C}{63} = \frac{1000}{63} = 15,9pF$.

Góc xoay của các bản di động từ vị trí tụ có điện dung cực đại là:

$\alpha = \frac{C_M - C_v}{C_M - C_m}.180^0 = \frac{66,7 - 15,9}{66,7 - 10,1}.180 = 162^0$

Vậy: Để thu được sóng 25m thì phải mắc thêm tụ C_v = 15,9pF nối tiếp với tụ C và góc phải xoay các bản tụ khi đó là 162°.

7. Trong mạch điện sau đây, các cuộn dây có độ tự cảm L_1 và L_2 (điện trở thuần không đáng kể). Pin có suất điện động E, điện trở trong r.



Ban đầu hai khóa K mở. Người ta đóng khóa K_1 và khi dòng điện trong L_1 đạt giá trị I_0 thì đóng khóa K_2.

Tính các giá trị cuối cùng I_1 và I_2 khi đã ổn định của các dòng điện i_1 và i_2 trong hai cuộn dây.

Xét trường hợp đóng đồng thời cả hai khóa. Tính I_1 và I_2.

Bài giải

Tính I_1 và I_2 khi các dòng điện trong mạch đã ổn định

Ban đầu khi đóng K_1 dòng điện i_1 chạy trong cuộn dây L_1 tăng từ 0 đến I_0 (lúc thời điểm $t = t_0$).

Sau thời điểm $t > t_0$ đóng khóa K_2, các dòng điện chạy trong hai cuộn dây lần lượt là $i_1(t)$ và $i_2(t)$ chạy ngược chiều nhau. Vì các dòng điện tăng dần theo thời gian nên trong hai cuộn dây xuất hiện các suất điện động tự cảm:

$e_{tc1} = -L_1\frac{di_1}{dt}$ và $e_{tc2} = -L_2\frac{di_2}{dt}$.

Áp dụng định luật Ôm cho các đoạn mạch, ta có:

$u = e_{tc1} - i_1r_1 = e_{tc_1}$, $u = e_{tc2} - i_2r_2 = e_{tc_2}$ (vì không có điện trở thuần của cuộn dây).

Do đó: $-L_1\frac{di_1}{dt} = -L_2\frac{di_2}{dt} \Leftrightarrow L_1\frac{di_1}{dt} - L_2\frac{di_2}{dt} = 0$.

$\Rightarrow L_1i_1(t) - L_2i_2(t) = const$

Lúc $t = t_0$ thì $i_1(t) = I_0$, $i_2(t) = 0$ nên $L_1I_0 = const$,

hay $L_1i_1(t) - L_2i_2(t) = L_1I_0$.

Khi t đã rất lớn thì dòng điện i_1 và i_2 đạt giá trị ổn định $i_1 = I_1$, $i_2 = I_2$, nên ta có:

$$L_1I_1 - L_2I_2 = L_1I_0 \qquad (1)$$

và $$I_1 + I_2 = I = \frac{E}{r} \qquad (2)$$

- Từ (1) và (2), ta được :

$$L_1I_1 - L_2\left(\frac{E}{r} - I_1\right) = L_1I_0.$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{L_1I_0r + EL_2}{r(L_1 + L_2)};\ I_2 = \frac{(E - I_0r)L_1}{r(L_1 + L_2)}.$$

Vậy : Khi các dòng điện đã ổn định thì $I_1 = \dfrac{L_1I_0r + EL_2}{r(L_1 + L_2)}$ và $I_2 = \dfrac{(E - I_0r)L_1}{r(L_1 + L_2)}$.

b) Tính I_1 và I_2 khi đồng thời đóng cả hai khóa

Ở thời điểm ban đầu, khi chưa đóng khóa K, các dòng điện đều bằng 0. Do đó khi đóng đồng thời cả hai khóa thì $I_0 = 0$, sau đó dòng điện chạy trong hai cuộ dây đạt giá trị ổn định I_1, I_2, nên ta có:

$$I_1 = \frac{EL_2}{r(L_1 + L_2)},\ I_2 = \frac{EL_1}{r(L_1 + L_2)}.$$

Phụ lục

CÁC ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG CHÍNH THỨC

(Trích Nghị định số : 134/2007/NĐ-CP, ngày 15 tháng 8 năm 2007 của Chính phủ nước CHXHCN Việt Nam)

Các đơn vị cơ bản

TT	Đại lượng	Tên đơn vị	Ký hiệu đơn vị
1	độ dài	mét	m
2	khối lượng	kilôgam	kg
3	thời gian	giây	s
4	cường độ dòng điện	ampe	A
5	nhiệt độ nhiệt động học	kenvin	K
6	lượng vật chất	mol	mol
7	cường độ sáng	candela	cd

Các đơn vị dẫn xuất

TT	Đại lượng	Đơn vị		Thể hiện theo đơn vị cơ bản thuộc hệ đơn vị SI
		Tên	Ký hiệu	
1. Đơn vị không gian, thời gian và hiện tượng tuần hoàn				
1.1	góc phẳng (góc)	radian	rad	m/m
1.2	góc khối	steradian	sr	m^2/m^2
1.3	diện tích	mét vuông	m^2	m.m
1.4	thể tích (dung tích)	mét khối	m^3	m.m.m
1.5	tần số	héc	Hz	s^{-1}
1.6	vận tốc góc	radian trên giây	rad/s	s^{-1}
1.7	gia tốc góc	radian trên giây bình phương	rad/s^2	s^{-2}
1.8	vận tốc	mét trên giây	m/s	$m.s^{-1}$
1.9	gia tốc	mét trên giây bình phương	m/s^2	$m.s^{-2}$
2. Đơn vị cơ				
2.1	khối lượng theo chiều dài (mật độ dài)	kilôgam trên mét	kg/m	$kg.m^{-1}$

TT	Đại lượng	Đơn vị		Thể hiện theo đơn vị cơ bản thuộc hệ đơn vị SI
		Tên	**Ký hiệu**	
2.2	khối lượng theo bề mặt (mật độ mặt)	kilôgam trên mét vuông	kg/m^2	$kg.m^{-2}$
2.3	khối lượng riêng (mật độ)	kilôgam trên mét khối	kg/m^3	$kg.m^{-3}$
2.4	lực	niutơn	N	$m.kg.s^{-2}$
2.5	mômen lực	niutơn mét	N.m	$m^2.kg.s^{-2}$
2.6	áp suất, ứng suất	pascan	Pa	$m^{-1}.kg.s^{-2}$
2.7	độ nhớt động lực	pascan giây	Pa.s	$m^{-1}kg.s^{-1}$
2.8	độ nhớt động học	mét vuông trên giây	m^2/s	$m^2.s^{-1}$
2.9	công, năng lượng	jun	J	$m^2.kg.s^{-2}$
2.10	công suất	oát	W	$m^2.kg.s^{-3}$
2.11	lưu lượng thể tích	mét khối trên giây	m^3/s	$m^3.s^{-1}$
2.12	lưu lượng khối lượng	kilôgam trên giây	kg/s	$kg.s^{-1}$
3. Đơn vị nhiệt				
3.1	nhiệt độ Celsius	độ Celsius	°C	$t = T - T_0$; trong đó t là nhiệt độ Celcius, T là nhiệt độ nhiệt động học và T_0 = 273,15.
3.2	nhiệt lượng	jun	J	$m^2.kg.s^{-2}$
3.3	nhiệt lượng riêng	jun trên kilôgam	J/kg	$m^2.s^{-2}$
3.4	nhiệt dung	jun trên kenvin	J/K	$m^2.kg.s^{-2}.K^{-1}$
3.5	nhiệt dung khối (nhiệt dung riêng)	jun trên kilôgam kenvin	J/(kg.K)	$m^2.s^{-2}.K^{-1}$
3.6	thông lượng nhiệt	oát	W	$m^2.kg.s^{-3}$
3.7	thông lượng nhiệt bề mặt (mật độ thông lượng nhiệt)	oát trên mét vuông	W/m^2	$kg.s^{-3}$
3.8	hệ số truyền nhiệt	oát trên mét vuông kenvin	$W/(m^2.K)$	$kg.s^{-3}.K^{-1}$

TT	Đại lượng	Đơn vị		Thể hiện theo đơn vị cơ bản thuộc hệ đơn vị SI
		Tên	Ký hiệu	
3.9	độ dẫn nhiệt (hệ số dẫn nhiệt)	oát trên mét kenvin	W/(m.K)	$m.kg.s^{-3}.K^{-1}$
3.10	độ khuyếch tán nhiệt	mét vuông trên giây	m^2/s	$m^2.s^{-1}$
4. Đơn vị điện và từ				
4.1	điện lượng (điện tích)	culông	C	s.A
4.2	điện thế, hiệu điện thế (điện áp), sức điện động	vôn	V	$m^2.kg.s^{-3}.A^{-1}$
4.3	cường độ điện trường	vôn trên mét	V/m	$m.kg.s^{-3}.A^{-1}$
4.4	điện trở	ôm	Ω	$m^2.kg.s^{-3}.A^{-2}$
4.5	điện dẫn (độ dẫn điện)	simen	S	$m^{-2}.kg^{-1}.s^3.A^2$
4.6	thông lượng điện (thông lượng điện dịch)	culông	C	s.A
4.7	mật độ thông lượng điện (điện dịch)	culông trên mét vuông	C/m^2	$m^{-2}.s.A$
4.8	công, năng lượng	jun	J	$m^2.kg.s^{-2}$
4.9	cường độ từ trường	ampe trên mét	A/m	$m^{-1}.A$
4.10	điện dụng	fara	F	$m^{-2}.kg^{-1}.s^4.A^2$
4.11	độ tự cảm	henry	H	$m^2kg.s^{-2}.A^{-2}$
4.12	từ thông	vebe	Wb	$m^2.kg.s^{-2}.A^{-1}$
4.13	mật độ từ thông, cảm ứng từ	tesla	T	$kg.s^{-2}.A^{-1}$
4.14	suất từ động	ampe	A	A
4.15	công suất tác dụng (công suất)	oát	W	$m^2.kg.s^{-3}$
4.16	công suất biểu kiến	vôn ampe	V.A	$m^2.kg.s^{-3}$

TT	Đại lượng	Đơn vị		Thể hiện theo đơn vị cơ bản thuộc hệ đơn vị SI
		Tên	Ký hiệu	
4.17	công suất kháng	var	var	$m^2.kg.s^{-3}$
5. Đơn vị ánh sáng và bức xạ điện từ có liên quan				
5.1	năng lượng bức xạ	jun	J	$m^2.kg.s^{-2}$
5.2	công suất bức xạ (thông lượng bức xạ)	oát	W	$m^2.kg.s^{-3}$
5.3	cường độ bức xạ	oát trên steradian	W/sr	$m^2.kg.s^{-3}$
5.4	độ chói năng lượng	oát trên steradian mét vuông	W/(sr.m^2)	$kg.s^{-3}$
5.5	năng suất bức xạ	oát trên mét vuông	W/m^2	$kg.s^{-3}$
5.6	độ rọi năng lượng	oát trên mét vuông	W/m^2	$kg.s^{-3}$
5.7	độ chói	candela trên mét vuông	cd/m^2	$m^{-2}.cd$
5.8	quang thông	lumen	lm	cd
5.9	lượng sáng	lumen giây	lm.s	cd.s
5.10	năng suất phát sáng (độ trưng)	lumen trên mét vuông	lm/m^2	$m^{-2}.cd$
5.11	độ rọi	lux	lx	$m^{-2}.cd$
5.12	lượng rọi	lux giây	lx.s	$m^{-2}.cd.s$
5.13	độ tụ (quang lực)	điôp®	điôp	m^{-1}
6. Đơn vị âm				
6.1	tần số âm	héc	Hz	s^{-1}
6.2	áp suất âm	pascan	Pa	$m^{-1}.kg.s^{-2}$
6.3	vận tốc truyền âm	mét trên giây	m/s	$m.s^{-1}$
.4	mật độ năng lượng âm	jun trên mét khối	J/m^3	$m^{-1}kg.s^{-2}$
.5	công suất âm	oát	W	$m^2.kg.s^{-3}$
.6	cường độ âm	oát trên mét vuông	W/m^2	$kg.s^{-3}$

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

TT	Đại lượng	Đơn vị		Thể hiện theo đơn vị cơ bản thuộc hệ đơn vị SI
		Tên	Ký hiệu	
6.7	trở kháng âm (sức cản âm học)	pascan giây trên mét khối	Pa.s/m^3	m^{-4}.kg.s^{-1}
6.8	trở kháng cơ (sức cản cơ học)	niutơn giây trên mét	N.s/m	kg.s^{-1}
7. Đơn vị hoá lý và vật lý phân tử				
7.1	nguyên tử khối	kilôgam	kg	kg
7.2	phân tử khối	kilôgam	kg	kg
7.3	nồng độ mol	mol trên mét khối	mol/m^3	m^{-3}.mol
7.4	hoá thế	jun trên mol	J/mol	m^2.kg.s^{-2}.mol^{-1}
7.5	hoạt độ xúc tác	katal	kat	s^{-1}.mol
8. Đơn vị bức xạ ion hoá				
8.1	độ phóng xạ (hoạt độ)	becơren	Bq	s^{-1}
8.2	liều hấp thụ, kerma	gray	Gy	m^2.s^{-2}
8.3	liều tương đương	sivơ	Sv	m^2.s^{-2}
8.4	liều chiếu	culông trên kilôgam	C/kg	kg^{-1}.s.A

Các bội, ước thập phân của đơn vị đo lường chính thức hệ SI

Tên		Ký hiệu	Thừa số
Quốc tế	Việt Nam		
Bội			
yotta	yôtta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}
zetta	zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{21}
exa	exa	E	1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}
peta	peta	P	1 000 000 000 000 000 = 10^{15}
tera	tera	T	1 000 000 000 000 = 10^{12}

Tên		**Ký hiệu**	**Thừa số**
Quốc tế	**Việt Nam**		
giga	giga	G	1 000 000 000 = 10^9
mega	mega	M	1 000 000 = 10^6
kilo	kilô	k	1 000 = 10^3
hecto	hectô	h	100 = 10^2
deca	deca	da	10 = 10^1
Ước			
deci	deci	d	0,1 = 10^{-1}
centi	centi	c	0,01 = 10^{-2}
mili	mili	m	0,001 = 10^{-3}
micro	micrô	µ	0,000 001 = 10^{-6}
nano	nanô	n	0,000 000 001 = 10^{-9}
pico	picô	p	0,000 000 000 001 = 10^{-12}
femto	femtô	f	0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}
atto	attô	a	0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}
zepto	zeptô	z	0,000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-21}
yocto	yoctô	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-24}

MỤC LỤC

Phần thứ nhất
MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

Chuyên đề 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 3
Chuyên đề 2: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH 15

Phần thứ hai
MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH

Chuyên đề 3: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU SONG SONG 79
Chuyên đề 4: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HỖN HỢP 125

Phần thứ ba
SẢN XUẤT, TRUYỀN TẢI VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN NĂNG

Chuyên đề 5: CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN 205
Chuyên đề 6: TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG ĐI XA 217

Phần thứ tư
DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Chuyên đề 7: MẠCH DAO ĐỘNG - PHÁT VÀ THU SÓNG ĐIỆN TỪ 223

Phụ lục

CÁC ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG CHÍNH THỨC 233